

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日 2003年12月 5日
Date of Application:

出願番号 特願2003-407320
Application Number:

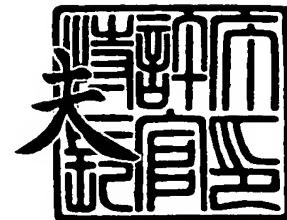
[ST. 10/C] : [JP2003-407320]

出願人 富士写真フィルム株式会社
Applicant(s):

2003年12月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康



【書類名】 特許願
【整理番号】 P28075JK
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G06T 3/40
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フィルム株式会社内
【氏名】 亀山 祐和
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フィルム株式会社内
【氏名】 伊藤 渡
【特許出願人】
【識別番号】 000005201
【氏名又は名称】 富士写真フィルム株式会社
【代理人】
【識別番号】 100073184
【弁理士】
【氏名又は名称】 柳田 征史
【選任した代理人】
【識別番号】 100090468
【弁理士】
【氏名又は名称】 佐久間 剛
【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2003- 4554
【出願日】 平成15年 1月10日
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 008969
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9814441

【書類名】特許請求の範囲**【請求項1】**

動画像から連続する2つのフレームをサンプリングするサンプリング手段と、

該2つのフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する対応関係推定手段と、

前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する座標変換手段と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出する相関値算出手段と、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を1段階増加して、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行うよう、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段および前記相関値算出手段を制御する制御手段と、

前記2つの相関値の変化量を算出する変化量算出手段と、

該変化量が所定のしきい値以下となるまで、前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の変化量の算出を行うよう、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段、前記相関値算出手段および前記変化量算出手段を制御する比較手段と、

前記変化量が前記所定のしきい値以下となったときの前記2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い合成フレームを作成する合成手段とを備えたことを特徴とする動画像合成装置。

【請求項2】

動画像から連続する2つのフレームをサンプリングするサンプリング手段と、

該2つのフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する対応関係推定手段と、

前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する座標変換手段と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を前記矩形領域単位で算出する相関値算出手段と、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を1段階増加して、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行うよう、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段および前記相関値算出手段を制御する制御手段と、

前記2つの相関値の変化量を前記矩形領域単位で算出する変化量算出手段と、

全ての前記矩形領域または該全ての矩形領域のうち前記変化量があらかじめ定めた一定値以上となった矩形領域以外の矩形領域のうち、所定数の矩形領域または所定位置にある矩形領域における前記変化量または該変化量の代表値が所定のしきい値以下となるまで、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の前記矩形領域単位での変化量の算出を行うよう、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段、前記相関値算出手段および前記変化量算出手段を制御する比較手段と、

前記変化量または該変化量の代表値が前記所定のしきい値以下となったときの前記2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された前記矩形領域毎の前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して前記矩形領域に対応する領域単位で補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い合成フレームを作成する合成手段とを備えたことを特徴とする動画像合成装置。

【請求項3】

前記制御手段は、前記所定のしきい値を、前記矩形領域の分割数が一定値を超えて増加するのに応じて大きくする手段であることを特徴とする請求項1または2記載の動画像合成装置。

【請求項4】

前記対応関係推定手段、前記座標変換手段、前記相関値算出手段、前記制御手段、前記変化量算出手段、前記比較手段および前記合成手段は、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記変化量の算出および前記合成フレームの作成を、前記フレームを構成する少なくとも1つの成分を用いて行う手段であることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載の動画像合成装置。

【請求項5】

動画像から連続する3以上のフレームをサンプリングするサンプリング手段と、

該3以上のフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他の1のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他の1のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他の1のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する対応関係推定手段と、

前記対応関係に基づいて、前記他の1のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する座標変換手段と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出する相関値算出手段と、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を1段階増加して、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行うよう、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段および前記相関値算出手段を制御する制御手段と、

前記2つの相関値の変化量を算出する変化量算出手段と、

該変化量が所定のしきい値以下となるまで、前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の変化量の算出を行うよう、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段、前記相関値算出手段および前記変化量算出手段を制御する比較手段と、

前記変化量が前記所定のしきい値以下となったときの前記2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い中間合成フレームを取得し、全ての前記他のフレームについて、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記変化量の算出および前記中間合成フレームの取得を行い、全ての前

記他のフレームについて取得された複数の前記中間合成フレームを合成することにより合成フレームを作成する合成手段とを備えたことを特徴とする動画像合成装置。

【請求項6】

動画像から連続する3以上のフレームをサンプリングするサンプリング手段と、

該3以上のフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他の1のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するよう、該パッチを前記他の1のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他の1のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する対応関係推定手段と、

前記対応関係に基づいて、前記他の1のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する座標変換手段と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を前記矩形領域単位で算出する相関値算出手段と、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を1段階増加して、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行うよう、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段および前記相関値算出手段を制御する制御手段と、

前記2つの相関値の変化量を前記矩形領域単位で算出する変化量算出手段と、

全ての前記矩形領域または該全ての矩形領域のうち前記変化量があらかじめ定めた一定値以上となった矩形領域以外の矩形領域のうち、所定数の矩形領域または所定位にある矩形領域における前記変化量または該変化量の代表値が所定のしきい値以下となるまで、前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の前記矩形領域単位での変化量の算出を行うよう、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段、前記相関値算出手段および前記変化量算出手段を制御する比較手段と、

前記変化量または該変化量の代表値が前記所定のしきい値以下となったときの前記2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された前記矩形領域毎の前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して前記矩形領域に対応する領域単位で補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い中間合成フレームを取得し、

全ての前記他のフレームについて、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記変化量の算出および前記中間合成フレームの取得を行い、全ての前記他のフレームについて取得された複数の前記中間合成フレームを合成することにより合成フレームを作成する合成手段とを備えたことを特徴とする動画像合成装置。

【請求項7】

前記制御手段は、前記所定のしきい値を、前記矩形領域の分割数が一定値を超えて増加するのに応じて大きくする手段であることを特徴とする請求項5または6記載の動画像合成装置。

【請求項8】

前記対応関係推定手段、前記座標変換手段、前記相関値算出手段、前記制御手段、前記変化量算出手段、前記比較手段および前記合成手段は、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記変化量の算出、前記中間合成フレームの取得および前記合成フレームの作成を、前記フレームを構成する少なくとも1つの成分を用いて行う手段であることを特徴とする請求項5から7のいずれか1項記載の動画像合成装置。

【請求項9】

動画像から連続する2つのフレームをサンプリングし、

該2つのフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定し、

前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得し、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出し、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を1段階増加して、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行い、

前記2つの相関値の変化量を算出し、

該変化量が所定のしきい値以下となるまで、前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の変化量の算出を行い、

前記変化量が前記所定のしきい値以下となったときの前記2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い合成フレームを作成することを特徴とする動画像合成方法。

【請求項10】

動画像から連続する2つのフレームをサンプリングし、

該2つのフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定し、

前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得し、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を前記矩形領域単位で算出し、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を1段階増加して、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行い、

前記2つの相関値の変化量を前記矩形領域単位で算出し、

全ての前記矩形領域または該全ての矩形領域のうち前記変化量があらかじめ定めた一定値以上となった矩形領域以外の矩形領域のうち、所定数の矩形領域または所定位置にある矩形領域における前記変化量または該変化量の代表値が所定のしきい値以下となるまで、前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の前記矩形領域単位での変化量の算出を行い、

前記変化量または該変化量の代表値が前記所定のしきい値以下となったときの前記2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された前記矩形領域毎の前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して前記矩形領域に対応する領域単位で補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い合成フレームを作成することを特徴とする動画像合成方法。

【請求項11】

動画像から連続する3以上のフレームをサンプリングし、

該3以上のフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他の1のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他の1のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他の1のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定し

、前記対応関係に基づいて、前記他の1のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得し、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出し、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を1段階増加して、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行い、

前記2つの相関値の変化量を算出し、

該変化量が所定のしきい値以下となるまで、前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の変化量の算出を行い、

前記変化量が前記所定のしきい値以下となつたときの前記2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い中間合成フレームを取得し、

全ての前記他のフレームについて、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記変化量の算出および前記中間合成フレームの取得を行い、

全ての前記他のフレームについて取得された複数の前記中間合成フレームを合成することにより合成フレームを作成することを特徴とする動画像合成方法。

【請求項12】

動画像から連続する3以上のフレームをサンプリングし、

該3以上のフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他の1のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他の1のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他の1のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定し

、前記対応関係に基づいて、前記他の1のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得し、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を前記矩形領域単位で算出し、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を1段階増加して、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行い、

前記2つの相関値の変化量を前記矩形領域単位で算出し、

全ての前記矩形領域または該全ての矩形領域のうち前記変化量があらかじめ定めた一定値以上となつた矩形領域以外の矩形領域のうち、所定数の矩形領域または所定位置にある矩形領域における前記変化量または該変化量の代表値が所定のしきい値以下となるまで、前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の前記矩形領域単位での変化量の

算出を行い、

前記変化量または該変化量の代表値が前記所定のしきい値以下となったときの前記2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された前記矩形領域毎の前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して前記矩形領域に対応する領域単位で補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い中間合成フレームを取得し、

全ての前記他のフレームについて、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記変化量の算出および前記中間合成フレームの取得を行い、

全ての前記他のフレームについて取得された複数の前記中間合成フレームを合成することにより合成フレームを作成することを特徴とする動画像合成方法。

【請求項13】

動画像から連続する2つのフレームをサンプリングする手順と、

該2つのフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する手順と、

前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する手順と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出する手順と、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を1段階増加して、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行う手順と、

前記2つの相関値の変化量を算出する手順と、

該変化量が所定のしきい値以下となるまで、前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の変化量の算出を行う手順と、

前記変化量が前記所定のしきい値以下となったときの前記2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い合成フレームを作成する手順とを有する動画像合成方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項14】

動画像から連続する2つのフレームをサンプリングする手順と、

該2つのフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する手順と、

前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する手順と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を前記矩形領域単位で算出する手順と、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を1段階増加して、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行う手順と、

前記2つの相関値の変化量を前記矩形領域単位で算出する手順と、

全ての前記矩形領域または該全ての矩形領域のうち前記変化量があらかじめ定めた一定

値以上となった矩形領域以外の矩形領域のうち、所定数の矩形領域または所定位にある矩形領域における前記変化量または該変化量の代表値が所定のしきい値以下となるまで、前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の前記矩形領域単位での変化量の算出を行う手順と、

前記変化量または該変化量の代表値が前記所定のしきい値以下となったときの前記2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された前記矩形領域毎の前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して前記矩形領域に対応する領域単位で補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い合成フレームを作成する手順とを有する動画像合成方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項15】

動画像から連続する3以上のフレームをサンプリングする手順と、

該3以上のフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他の1のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するよう、該パッチを前記他の1のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他の1のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する手順と、

前記対応関係に基づいて、前記他の1のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する手順と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出する手順と、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を1段階増加して、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行う手順と、

前記2つの相関値の変化量を算出する手順と、

該変化量が所定のしきい値以下となるまで、前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の変化量の算出を行う手順と、

前記変化量が前記所定のしきい値以下となったときの前記2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い中間合成フレームを取得する手順と、

全ての前記他のフレームについて、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記変化量の算出および前記中間合成フレームの取得を行う手順と、

全ての前記他のフレームについて取得された複数の前記中間合成フレームを合成することにより合成フレームを作成する手順とを有する動画像合成方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項16】

動画像から連続する3以上のフレームをサンプリングする手順と、

該3以上のフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他の1のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するよう、該パッチを前記他の1のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他の1のフレーム上の前

1)

記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する手順と、

前記対応関係に基づいて、前記他の1のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する手順と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を前記矩形領域単位で算出する手順と、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を1段階増加して、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行う手順と、

前記2つの相関値の変化量を前記矩形領域単位で算出する手順と、

全ての前記矩形領域または該全ての矩形領域のうち前記変化量があらかじめ定めた一定値以上となった矩形領域以外の矩形領域のうち、所定数の矩形領域または所定位置にある矩形領域における前記変化量または該変化量の代表値が所定のしきい値以下となるまで、前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の前記矩形領域単位での変化量の算出を行う手順と、

前記変化量または該変化量の代表値が前記所定のしきい値以下となったときの前記2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された前記矩形領域毎の前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して前記矩形領域に対応する領域単位で補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い中間合成フレームを取得し、

全ての前記他のフレームについて、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記変化量の算出および前記中間合成フレームの取得を行う手順と、

全ての前記他のフレームについて取得された複数の前記中間合成フレームを合成することにより合成フレームを作成する手順とを有する動画像合成方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【書類名】明細書

【発明の名称】動画像合成装置および方法並びにプログラム

【技術分野】

【0001】

本発明は、動画像をサンプリングすることにより得られた連続する複数のフレームを合成して、サンプリングしたフレームよりも高解像度の1の合成フレームを作成する動画像合成装置および方法並びに動画像合成方法をコンピュータに実行させるためのプログラムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年のデジタルビデオカメラの普及により、動画像を1フレーム単位で扱うことが可能となっている。このような動画像のフレームをプリント出力する際には、画質を向上させるためにフレームを高解像度にする必要がある。このため、動画像からサンプリングした複数のフレームから、これらのフレームよりも高解像度の1の合成フレームを作成する方法が提案されている（例えば、特許文献1参照）。この方法は、複数のフレーム間の動ベクトルを求め、この動ベクトルに基づいて、複数のフレームから合成フレームを合成する際に、画素間に内挿する信号値を算出する方法である。とくに特許文献1に記載された方法では、各フレームを複数のブロックに分割し、フレーム間で対応するブロックの直交座標係数を算出し、この直交座標係数における高周波の情報を他のブロックにおける低周波の情報と合成して内挿される画素値を算出しているため、必要な情報が低減されることなく、高画質の合成フレームを得ることができる。また、この方法においては、画素間距離よりもさらに細かい分解能にて動ベクトルを算出しているため、フレーム間の動きを正確に補償してより高画質の合成フレームを得ることができる。

【0003】

また、複数のフレームのうち1のフレームを基準フレームとし、基準フレームに複数の矩形領域からなる基準パッチを、基準フレーム以外の他のフレームに基準パッチと同様のパッチを配置し、パッチ内の画像が基準パッチ内の画像と一致するようにパッチを他のフレーム上において移動および／または変形し、移動および／または変形後のパッチおよび基準パッチに基づいて、他のフレーム上のパッチ内の画素と基準フレーム上の基準パッチ内の画素との対応関係を推定して複数フレームをより精度よく合成する方法も提案されている（例えば、非特許文献1参照）。

【0004】

非特許文献1の方法においては、基準フレームと他のフレームとの対応関係を推定し、推定後、他のフレームと基準フレームとを、最終的に必要な解像度を有する統合画像上に割り当てることにより、高精細な合成フレームを得ることができる。

【特許文献1】特開2000-354244号公報

【非特許文献1】中沢祐二、小松隆、斎藤隆弘、「フレーム間統合による高精細デジタル画像の獲得」、テレビジョン学会誌、1995年、Vol. 49, No. 3, p 299-308

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、非特許文献1に記載された方法においては、他のフレームに含まれる被写体の動きが非常に大きい場合や、局所的に含まれる被写体が複雑な動きをしていたり非常に高速で動いている場合には、被写体の動きにパッチの移動および／または変形が追随できない場合がある。このように、パッチの移動および／または変形が被写体の移動および／または変形に追随できないと、合成フレームの全体がぼけたり、フレームに含まれる動きの大きい被写体がぼけたりするため、高画質の合成フレームを得ることができないという問題がある。この場合、パッチをより多くの矩形領域に分割することにより、被写体の移動および／または変形にパッチの移動および／または変形を追隨させることができる

。しかしながら、分割数をあまりに多くすると矩形領域が小さくなりすぎて、却って被写体の移動および／または変形にパッチの移動および／または変形を追隨させることが困難となってしまう。

【0006】

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、最適なパッチの分割数にて高画質の合成フレームを得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明による第1の動画像合成装置は、動画像から連続する2つのフレームをサンプリングするサンプリング手段と、

該2つのフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する対応関係推定手段と、

前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する座標変換手段と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出する相関値算出手段と、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を1段階増加して、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行うよう、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段および前記相関値算出手段を制御する制御手段と、

前記2つの相関値の変化量を算出する変化量算出手段と、

該変化量が所定のしきい値以下となるまで、前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の変化量の算出を行うよう、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段、前記相関値算出手段および前記変化量算出手段を制御する比較手段と、

前記変化量が前記所定のしきい値以下となったときの前記2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い合成フレームを作成する合成手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0008】

「分割数を段階的に増加する」とは、相関が所定のしきい値以上となるまで少ない分割数から徐々に分割数を大きくすることをいう。なお、分割数をあまりに大きくすると矩形領域が小さくなりすぎて、似たような画像を表す矩形領域が多く存在することとなり、却って被写体の移動および／または変形にパッチの移動および／または変形が追隨できない場合がある。このため、分割数の上限値を設定しておくことが好ましい。

【0009】

「分割数を1段階増加する」とは、上記段階的に増加する分割数における1段階分割数を増加することをいう。

【0010】

「相関値」は、座標変換済みフレームの全体と基準フレームの基準パッチ内の画像の全体との相関を表すものとして算出すればよく、具体的には各画素の相関値のパッチ内の全画素についての平均値や加算値を用いることができる。

【0011】

「2つの相関値の変化量」とは、ある分割数の段階（最初に対応関係を推定する初期段階を含む）により算出された相関値と、そこから1段階増加した分割数により算出された相関値とがどの程度異なるかを表すものであり、具体的にはその2つの相関値の差分値、差分値の絶対値等を用いることができる。

【0012】

本発明による第2の動画像合成装置は、動画像から連続する2つのフレームをサンプリングするサンプリング手段と、

該2つのフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する対応関係推定手段と、

前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する座標変換手段と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を前記矩形領域単位で算出する相関値算出手段と、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を1段階増加して、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行うよう、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段および前記相関値算出手段を制御する制御手段と、

前記2つの相関値の変化量を前記矩形領域単位で算出する変化量算出手段と、

全ての前記矩形領域または該全ての矩形領域のうち前記変化量があらかじめ定めた一定値以上となった矩形領域以外の矩形領域のうち、所定数の矩形領域または所定位にある矩形領域における前記変化量または該変化量の代表値が所定のしきい値以下となるまで、前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の前記矩形領域単位での変化量の算出を行うよう、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段、前記相関値算出手段および前記変化量算出手段を制御する比較手段と、

前記変化量または該変化量の代表値が前記所定のしきい値以下となったときの前記2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された前記矩形領域毎の前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して前記矩形領域に対応する領域単位で補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い合成フレームを作成する合成手段とを備えたこと特徴とするものである。

【0013】

「相関値」は、座標変換済みフレームと基準フレームの基準パッチ内の画像との相対応する矩形領域の相関を表すものとして算出すればよく、具体的には各画素の相関値の矩形領域内の全前画素についての平均値や加算値を用いることができる。

【0014】

「全ての矩形領域のうち変化量があらかじめ定めた一定値以上となった矩形領域」とは、矩形領域同士の相関が非常に低く、分割数を大きくしても変化量が所定のしきい値以下とならないような矩形領域を意味する。

【0015】

「所定数の矩形領域」とは「全ての矩形領域」または「全ての矩形領域のうち変化量があらかじめ定めた一定値以上となった矩形領域以外の矩形領域」（以下対象となる矩形領域とする）のうちの少なくとも1つの矩形領域を意味するものであり、対象となる矩形領域のうちの1または複数の矩形領域であっても、対象となる矩形領域の全てであってもよ

い。

【0016】

なお、対象となる矩形領域のうち、変化量が所定のしきい値以下となる矩形領域のパッチまたは基準パッチ内の領域に占める割合が所定の割合（例えば50%）以上となった場合における、変化量が所定のしきい値以下となる矩形領域の数を所定数の矩形領域としてもよい。

【0017】

「所定位置にある矩形領域」とは、基準パッチまたはパッチ内において主要な被写体が含まれる位置にある矩形領域を意味する。具体的には、人物の顔、複雑なテクスチャ等の主要な被写体が含まれる位置にある矩形領域、基準パッチまたはパッチの中央付近に位置する矩形領域を用いることができる。

【0018】

「変化量の代表値」とは、所定数の矩形領域または所定位置にある矩形領域の変化量を代表する値であり、具体的には変化量の平均値、メディアン値、最大値および最小値等を用いることができる。

【0019】

「全ての前記矩形領域または該全ての矩形領域のうち前記変化量があらかじめ定めた一定値以上となった矩形領域以外の矩形領域のうち、所定数の矩形領域または所定位置にある矩形領域における前記変化量または該変化量の代表値が所定のしきい値以下となるまで、前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の前記矩形領域単位での変化量の算出を行う」とは、分割数の各段階において、基準パッチおよびパッチ内の対象となる矩形領域のうちの所定数の矩形領域または所定位置にある矩形領域について変化量または変化量の代表値が所定のしきい値以下となるまで変化量を算出するものであってもよく、ある分割数において基準パッチおよびパッチ内の対象となる矩形領域のうちの所定数の矩形領域または所定位置にある矩形領域の一部の矩形領域のみについて変化量または変化量の代表値が所定のしきい値以下となつた場合には、次の段階の矩形領域の分割はその一部の矩形領域以外の他の矩形領域についてのみ行い、他の矩形領域についてのみ分割数を増加して変化量を算出するものであってもよい。後者の場合、前者と比較して変化量算出のための演算時間を短縮することができる。

【0020】

ここで、本発明による第2の動画像合成装置においては、変化量または変化量の代表値が所定のしきい値以下となつたときの分割数が基準パッチおよびパッチ内の局所領域で異なる場合がある。このため、「矩形領域に対応する領域単位で補間演算を施す」とは、変化量が所定のしきい値以下となつたときの分割数が基準パッチおよびパッチ内の局所領域で異なる場合に、基準パッチおよびパッチ内の局所領域が対応する矩形領域の分割数により推定された対応関係を用いて、基準パッチおよびパッチ内の矩形領域に対応する領域毎に異なる対応関係に基づいて補間演算を行うことを意味する。

【0021】

なお、本発明による第1および第2の動画像合成装置においては、前記制御手段を、前記所定のしきい値を、前記矩形領域の分割数が一定値を超えて増加するのに応じて大きくする手段としてもよい。

【0022】

また、本発明による第1および第2の動画像合成装置においては、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段、前記相関値算出手段、前記制御手段、前記変化量算出手段、前記比較手段および前記合成手段を、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記変化量の算出および前記合成フレームの作成を、前記フレームを構成する少なくとも1つの成分を用いて行う手段としてもよい。

【0023】

「フレームを構成する少なくとも1つの成分」とは、例えばフレームがRGBの3つの色データからなる場合においてはRGB各色成分のうちの少なくとも1つの成分であり、YCC輝度色差成分からなる場合には、輝度および色差の各成分のうちの少なくとも1つの成分、好ましくは輝度成分である。

【0024】

本発明による第3の動画像合成装置は、動画像から連続する3以上のフレームをサンプリングするサンプリング手段と、

該3以上のフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他の1のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するよう、該パッチを前記他の1のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他の1のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する対応関係推定手段と、

前記対応関係に基づいて、前記他の1のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する座標変換手段と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出する相関値算出手段と、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を1段階増加して、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行うよう、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段および前記相関値算出手段を制御する制御手段と、

前記2つの相関値の変化量を算出する変化量算出手段と、

該変化量が所定のしきい値以下となるまで、前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の変化量の算出を行うよう、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段、前記相関値算出手段および前記変化量算出手段を制御する比較手段と、

前記変化量が前記所定のしきい値以下となったときの前記2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い中間合成フレームを取得し、全ての前記他のフレームについて、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記変化量の算出および前記中間合成フレームの取得を行い、全ての前記他のフレームについて取得された複数の前記中間合成フレームを合成することにより合成フレームを作成する合成手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0025】

本発明による第4の動画像合成装置は、動画像から連続する3以上のフレームをサンプリングするサンプリング手段と、

該3以上のフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他の1のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するよう、該パッチを前記他の1のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他の1のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する対応関係推定手段と、

前記対応関係に基づいて、前記他の1のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する座標変換手段と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を前記矩形領域単位で算出する相関値算出手段と、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を1段階増加して、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行うよう、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段および前記相関値算出手段を制御する制御手段と

、前記2つの相関値の変化量を前記矩形領域単位で算出する変化量算出手段と、

全ての前記矩形領域または該全ての矩形領域のうち前記変化量があらかじめ定めた一定値以上となった矩形領域以外の矩形領域のうち、所定数の矩形領域または所定位置にある矩形領域における前記変化量または該変化量の代表値が所定のしきい値以下となるまで、前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の前記矩形領域単位での変化量の算出を行うよう、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段、前記相関値算出手段および前記変化量算出手段を制御する比較手段と、

前記変化量または該変化量の代表値が前記所定のしきい値以下となったときの前記2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された前記矩形領域毎の前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して前記矩形領域に対応する領域単位で補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い中間合成フレームを取得し、

全ての前記他のフレームについて、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記変化量の算出および前記中間合成フレームの取得を行い、全ての前記他のフレームについて取得された複数の前記中間合成フレームを合成することにより合成フレームを作成する合成手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0026】

なお、本発明による第3および第4の動画像合成装置においては、前記制御手段を、前記所定のしきい値を、前記矩形領域の分割数が一定値を超えて増加するのに応じて大きくする手段としてもよい。

【0027】

また、本発明による第3および第4の動画像合成装置においては、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段、前記相関値算出手段、前記制御手段、前記変化量算出手段、前記比較手段および前記合成手段を、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記変化量の算出、前記中間合成フレームの取得および前記合成フレームの作成を、前記フレームを構成する少なくとも1つの成分を用いて行う手段としてもよい。

【0028】

本発明による第1の動画像合成方法は、動画像から連続する2つのフレームをサンプリングし、

該2つのフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定し、

前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得し、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出し、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を1段階増加して、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行い、

前記2つの相関値の変化量を算出し、

該変化量が所定のしきい値以下となるまで、前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記

矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の変化量の算出を行い、

前記変化量が前記所定のしきい値以下となったときの前記2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い合成フレームを作成することを特徴とするものである。

【0029】

本発明による第2の動画像合成方法は、動画像から連続する2つのフレームをサンプリングし、

該2つのフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定し、

前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得し、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を前記矩形領域単位で算出し、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を1段階増加して、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行い、

前記2つの相関値の変化量を前記矩形領域単位で算出し、

全ての前記矩形領域または該全ての矩形領域のうち前記変化量があらかじめ定めた一定値以上となった矩形領域以外の矩形領域のうち、所定数の矩形領域または所定位置にある矩形領域における前記変化量または該変化量の代表値が所定のしきい値以下となるまで、前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の前記矩形領域単位での変化量の算出を行い、

前記変化量または該変化量の代表値が前記所定のしきい値以下となったときの前記2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された前記矩形領域毎の前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して前記矩形領域に対応する領域単位で補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い合成フレームを作成することを特徴とするものである。

【0030】

本発明による第3の動画像合成方法は、動画像から連続する3以上のフレームをサンプリングし、

該3以上のフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他の1のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他の1のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他の1のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定し、

前記対応関係に基づいて、前記他の1のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得し、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す

相関値を算出し、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を1段階増加して、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行い、

前記2つの相関値の変化量を算出し、

該変化量が所定のしきい値以下となるまで、前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の変化量の算出を行い、

前記変化量が前記所定のしきい値以下となったときの前記2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い中間合成フレームを取得し、

全ての前記他のフレームについて、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記変化量の算出および前記中間合成フレームの取得を行い、

全ての前記他のフレームについて取得された複数の前記中間合成フレームを合成することにより合成フレームを作成することを特徴とするものである。

【0031】

本発明による第4の動画像合成方法は、動画像から連続する3以上のフレームをサンプリングし、

該3以上のフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他の1のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するよう、該パッチを前記他の1のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他の1のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定し、

前記対応関係に基づいて、前記他の1のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得し、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を前記矩形領域単位で算出し、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を1段階増加して、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行い、

前記2つの相関値の変化量を前記矩形領域単位で算出し、

全ての前記矩形領域または該全ての矩形領域のうち前記変化量があらかじめ定めた一定値以上となった矩形領域以外の矩形領域のうち、所定数の矩形領域または所定位置にある矩形領域における前記変化量または該変化量の代表値が所定のしきい値以下となるまで、前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に増加して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の前記矩形領域単位での変化量の算出を行い、

前記変化量または該変化量の代表値が前記所定のしきい値以下となったときの前記2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された前記矩形領域毎の前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して前記矩形領域に対応する領域単位で補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い中間合成フレームを取得し、

全ての前記他のフレームについて、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記変化量の算出および前記中間合成フレームの取得を行い、

全ての前記他のフレームについて取得された複数の前記中間合成フレームを合成することにより合成フレームを作成することを特徴とするものである。

【0032】

なお、本発明による第1から第4の動画像合成方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして提供してもよい。

【発明の効果】

【0033】

本発明の第1の動画像合成装置および方法によれば、動画像がサンプリングされて連続する複数のフレームが取得され、複数のフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチが配置される。また、基準フレーム以外の他のフレーム上に、基準パッチと同様のパッチが配置される。そして、パッチ内の画像が基準パッチ内の画像と一致するように移動および／または変形され、移動および／または変形後のパッチおよび基準パッチに基づいて、他のフレームの上のパッチ内の画素と基準フレーム上の基準パッチ内の画素との対応関係が推定される。

【0034】

さらに、対応関係に基づいて他のフレームのパッチ内の画像が基準フレームの座標空間に座標変換されて座標変換済みフレームが取得され、座標変換済みフレームと基準フレームの基準パッチ内の画像との相関を表す相関値が算出される。そして、基準パッチおよびパッチ内の矩形領域の分割数が1段階増加されて、対応関係の推定、座標変換済みフレームの取得および相関値の算出が行われ、前後の段階の分割数により算出された2つの相関値の変化量が算出される。

【0035】

そして、変化量が所定のしきい値以下となるまで、基準パッチおよびパッチ内の矩形領域の分割数が段階的に増加され、各段階において対応関係の推定、座標変換済みフレームの取得、相関値の算出および隣接する段階の分割数により算出された2つの相関値の変化量の算出が行われる。

【0036】

そして、変化量が所定のしきい値以下となったときの2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された対応関係に基づいて、他のフレームのパッチ内の画像および基準フレームのパッチ内の画像に対して補間演算が施されて、各フレームよりも解像度が高い合成フレームが作成される。

【0037】

なお、本発明による第3の動画像合成装置および方法のように、フレームが3以上サンプリングされた場合には、基準フレーム以外の全ての他のフレームについて、変化量が所定のしきい値以下となるまで対応関係の推定、座標変換済みフレームの取得、相関値の算出および変化量の算出が行われ、基準フレームと他のフレームのそれぞれとから複数の中間合成フレームが取得され、さらに複数の中間合成フレームから合成フレームが作成される。

【0038】

このため、フレーム内における動いている被写体の移動および／または変形に追随可能な最適な分割数により合成フレームを作成することができ、これにより、フレームに含まれる被写体の動きに拘わらず、高画質の合成フレームを得ることができる。

【0039】

また、本発明による第2の動画像合成装置および方法によれば、動画像がサンプリングされて連続する複数のフレームが取得され、複数のフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチが配置される。また、基準フレーム以外の他のフレーム上に、基準パッチと同様のパッチが配置される。そして、パッチ内の画像が基準パッチ内の画像と一致するように移動および／または変形され、移動および／または変形後のパッチおよび基準パッチに基づいて、他のフレームの上のパッチ内の画素と基準フレーム上の基準パッチ内の画素との対応関係が推定される。

【0040】

さらに、対応関係に基づいて他のフレームのパッチ内の画像が基準フレームの座標空間に座標変換されて座標変換済みフレームが取得され、座標変換済みフレームと基準フレー

ムの基準パッチ内の画像との相関を表す相関値が矩形領域単位で算出される。そして、基準パッチおよびパッチ内の矩形領域の分割数が1段階増加されて、対応関係の推定、座標変換済みフレームの取得および相関値の算出が行われ、前後の段階の分割数により算出された2つの相関値の変化量が矩形領域単位で算出される。

【0041】

そして、全ての矩形領域または全ての矩形領域のうち変化量があらかじめ定めた一定値以上となった矩形領域以外の矩形領域のうち、所定数の矩形領域または所定位置にある矩形領域における変化量または変化量の代表値が所定のしきい値以下となるまで、基準パッチおよびパッチ内の矩形領域の分割数が段階的に変更され、各段階において対応関係の推定、座標変換済みフレームの取得、相関値の算出および変化量の算出が行われる。

【0042】

そして、変化量または変化量の代表値が所定のしきい値以下となったときの2つの相関値のうち、いずれかの相関値を算出した分割数において推定された矩形領域毎の対応関係に基づいて、他のフレームのパッチ内の画像および基準フレームのパッチ内の画像に対して矩形領域に対応する領域単位で補間演算が施されて、各フレームよりも解像度が高い合成フレームが作成される。

【0043】

なお、本発明による第4の動画像合成装置および方法のように、フレームが3以上サンプリングされた場合には、基準フレーム以外の全ての他のフレームについて、変化量が所定のしきい値以下となるまで対応関係の推定、座標変換済みフレームの取得、相関値の算出および変化量の算出が行われ、基準フレームと他のフレームのそれぞれとから複数の中間合成フレームが取得され、さらに複数の中間合成フレームから合成フレームが作成される。

【0044】

このため、フレーム内の各部分に含まれる被写体の動きに追随した最適な分割数により合成フレームを作成することができ、これにより、フレームに含まれる被写体の動きに拘わらず、より高画質の合成フレームを得ることができる。

【0045】

また、変化量または該変化量の代表値と比較する所定のしきい値を、矩形領域の分割数が一定値を超えて増加するのに応じて大きくすることにより、矩形領域の分割数を適切に設定することができる。

【0046】

また、対応関係の推定、座標変換済みフレームの取得、相関値の算出、変化量の算出、中間合成フレームの取得（3以上のフレームがサンプリングされた場合）および合成フレームの作成をフレームを構成する少なくとも1つの成分を用いて行うことにより、各成分毎に画質の劣化を低減した合成フレームを得ることができ、これにより、各成分毎の合成フレームからなる高画質の合成フレームを得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0047】

以下図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図1は本発明の第1の実施形態による動画像合成装置の構成を示す概略ブロック図である。図1に示すように、第1の実施形態による動画像合成装置は、入力された動画像データM0から複数のフレームをサンプリングするサンプリング手段1と、複数のフレームのうち、基準となる1の基準フレームの画素および基準フレーム以外の他のフレームの画素の対応関係を推定する対応関係推定手段2と、対応関係推定手段2において推定された対応関係に基づいて、他のフレームをそれぞれ基準フレームの座標空間上に座標変換して座標変換済みのフレーム（以下座標変換フレームとする）FrTiを取得する座標変換手段3と、座標変換フレームFrTiと基準フレームとの相関を表す相関値を算出する相関値算出手段4と、後述するように対応関係を推定するパッチの分割数を段階的に増加することにより算出された相関値に基づいて、前後する段階の分割数により算出された2つの相関値についてその変化量を算出

する変化量算出手段5と、変化量をしきい値T_{h1}と比較するとともに、変化量がしきい値T_{h1}以下となるまで後述するように対応関係を推定するパッチの分割数を段階的に増加して、対応関係推定手段2、座標変換手段3、相関値算出手段4および変化量算出手段5に対応関係の推定、座標変換フレームの取得、相関値の算出および変化量の算出を行わせる比較手段6と、変化量がしきい値T_{h1}以下となったときの2つの相関値のいずれか一方の相関値を算出した分割数において対応関係推定手段2により推定された対応関係に基づいて、基準フレームおよび他のフレームに対して補間演算を施して各フレームよりも解像度が高い合成フレームF_{rG}を作成する合成手段7とを備える。なお、本実施形態において合成フレームF_{rG}はサンプリングしたフレームの縦横それぞれ2倍の画素を有するものとする。なお、以降では、合成フレームF_{rG}はサンプリングしたフレームの縦横それぞれ2倍の画素を有するものとして説明するが、n倍（n：正数）の画素数を有するものであってもよい。

【0048】

サンプリング手段1は、動画像データM₀から複数のフレームをサンプリングするが、本実施形態においては動画像データM₀から2つのフレームF_{rN}およびフレームF_{rN+1}をサンプリングするものとする。なお、フレームF_{rN}を基準フレームとする。ここで、動画像データM₀はカラーの動画像を表すものであり、フレームF_{rN}、F_{rN+1}はY、C_b、C_rの輝度色差成分からなるものとする。なお、以降の説明において、Y、C_b、C_rの各成分に対して処理が行われるが、行われる処理は全ての成分について同様であるため、本実施形態においては輝度成分Yの処理について詳細に説明し、色差成分C_b、C_rに対する処理については説明を省略する。

【0049】

対応関係推定手段2は、以下のようにしてフレームF_{rN+1}と基準フレームF_{rN}との対応関係を推定する。図2はフレームF_{rN+1}と基準フレームF_{rN}との対応関係の推定を説明するための図である。なお、図2において、基準フレームF_{rN}に含まれる円形の被写体が、フレームF_{rN+1}においては図面上右側に若干移動しているものとする。

【0050】

まず、対応関係推定手段2は、まず、基準フレームF_{rN}上に1または複数の矩形領域からなる基準パッチP₀を配置する。図2(a)は、基準フレームF_{rN}上に基準パッチP₀が配置された状態を示す図である。図2(a)に示すように、本実施形態においては、基準パッチP₀は2×2の矩形領域に分割されてなるものとする。次いで、図2(b)に示すように、フレームF_{rN+1}の適当な位置に基準パッチP₀と同様のパッチP₁を配置し、基準パッチP₀内の画像とパッチP₁内の画像との相関を表す相関値を算出する。なお、相関値は下記の式(1)により平均二乗誤差として算出することができる。また、座標軸は紙面左右方向にx軸、紙面上下方向にy軸をとるものとする。

【数1】

$$E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (p_i - q_i)^2 \quad (1)$$

【0051】

但し、E：相関値

p_i、q_i：基準パッチP₀、P₁内にそれぞれ対応する画素の画素値

N：基準パッチP₀およびパッチP₁内の画素数

【0052】

次いで、フレームF_{rN+1}上のパッチP₁を上下左右の4方向に一定画素±Δx、±Δy移動し、このときのパッチP₁内の画像と基準フレームF_{rN}上の基準パッチP₀内の画像との相関値を算出する。ここで、相関値は上下左右方向のそれについて算出され、各相関値をそれぞれE(Δx, 0), E(-Δx, 0), E(0, Δy), E(0,

$-\Delta y$) とする。

【0053】

そして、移動後の4つの相関値 $E(\Delta x, 0)$, $E(-\Delta x, 0)$, $E(0, \Delta y)$, $E(0, -\Delta y)$ から相関値が小さく（すなわち相関が大きく）なる勾配方向を相関勾配として求め、この方向に予め設定した実数値倍だけ図2(c)に示すようにパッチP1を移動する。具体的には、下記の式(2)により係数 $C(\Delta x, 0)$, $C(-\Delta x, 0)$, $C(0, \Delta y)$, $C(0, -\Delta y)$ を算出し、これらの係数 $C(\Delta x, 0)$, $C(-\Delta x, 0)$, $C(0, \Delta y)$, $C(0, -\Delta y)$ から下記の式(3), (4)により相関勾配 g_x , g_y を算出する。

【数2】

$$c(\Delta x, \Delta y) = \sqrt{E(\Delta x, \Delta y)} / 255 \quad (2)$$

$$g_x = \frac{c(\Delta x, 0) - c(-\Delta x, 0)}{2} \quad (3)$$

$$g_y = \frac{c(0, \Delta y) - c(0, -\Delta y)}{2} \quad (4)$$

【0054】

そして、算出された相関勾配 g_x , g_y に基づいてパッチP1の全体を $(-\lambda_1 g_x, -\lambda_1 g_y)$ 移動し、さらに上記と同様の処理を繰り返すことにより、図2(d)に示すようにパッチP1がある位置に収束するまで反復的にパッチP1を移動する。ここで、 λ_1 は収束の速さを決定するパラメータであり、実数値をとるものとする。なお、 λ_1 をあまり大きな値とすると反復処理により解が発散してしまうため、適当な値（例えば10）を選ぶ必要がある。

【0055】

さらに、パッチP1の格子点を座標軸に沿った4方向に一定画素移動させる。このとき、移動した格子点を含む矩形領域は例えば図3に示すように変形する。そして、変形した矩形領域について基準パッチP0の対応する矩形領域との相関値を算出する。この相関値をそれぞれ $E_1(\Delta x, 0)$, $E_1(-\Delta x, 0)$, $E_1(0, \Delta y)$, $E_1(0, -\Delta y)$ とする。

【0056】

そして、上記と同様に、変形後の4つの相関値 $E_1(\Delta x, 0)$, $E_1(-\Delta x, 0)$, $E_1(0, \Delta y)$, $E_1(0, -\Delta y)$ から相関値が小さく（すなわち相関が大きく）なる勾配方向を求め、この方向に予め設定した実数値倍だけパッチP1の格子点を移動する。これをパッチP1の全ての格子点について行い、これを1回の処理とする。そして格子点の座標が収束するまでこの処理を繰り返す。

【0057】

これにより、パッチP1の基準パッチP0に対する移動量および変形量が求まり、これに基づいて基準パッチP0内の画素とパッチP1内の画素との対応関係を推定することができる。

【0058】

座標変換手段3は、推定された対応関係に基づいて、以下のようにしてフレーム F_{rN+1} を基準フレーム F_{rN} の座標空間に座標変換して座標変換フレーム F_{rT0} を取得する。なお、以降の説明においては、基準フレーム F_{rN} の基準パッチP0内の領域およびフレーム F_{rN+1} のパッチP1内の領域についてのみ変換および合成が行われる。

【0059】

本実施形態においては、座標変換は双1次変換を用いて行うものとする。双1次変換に

よる座標変換は、下記の式(5)、(6)により定義される。

【数3】

$$x = (1-u)(1-v)x_1 + (1-v)ux_2 + (1-u)vx_3 + uvx_4 \quad (5)$$

$$y = (1-u)(1-v)y_1 + (1-v)uy_2 + (1-u)vy_3 + uvy_4 \quad (6)$$

【0060】

式(5)、(6)は、2次元座標上の4点(x_n, y_n) ($1 \leq n \leq 4$)で与えられたパッチP1内の座標を、正規化座標系(u, v) ($0 \leq u, v \leq 1$)によって補間するものであり、任意の2つの矩形内の座標変換は、式(5)、(6)および式(5)、(6)の逆変換を組み合わせることにより行うことができる。

【0061】

ここで、図4に示すように、パッチP1(x_n, y_n)内の点(x, y)が対応する基準パッチP0(x'_n, y'_n)内のどの位置に対応するかを考える。まずパッチP1(x_n, y_n)内の点(x, y)について、正規化座標(u, v)を求める。これは式(5)、(6)の逆変換により求める。そしてこのときの(u, v)と対応する基準パッチP0(x'_n, y'_n)を元に、式(5)、(6)から点(x, y)に対応する座標(x', y')を求める。ここで、点(x, y)が本来画素値が存在する整数座標であるのに対し、点(x', y')は本来画素値が存在しない実数座標となる場合があるため、変換後の整数座標における画素値は、基準パッチP0の整数座標に隣接する8近傍の整数座標に囲まれた領域を設定し、この領域内に変換された座標(x', y')の画素値の荷重和として求めるものとする。

【0062】

具体的には、図5に示すように基準パッチP0上における整数座標 $b(x, y)$ について、その8近傍の整数座標 $b(x-1, y-1), b(x, y-1), b(x+1, y-1), b(x-1, y), b(x+1, y), b(x-1, y+1), b(x, y+1), b(x+1, y+1)$ に囲まれる領域内に変換されたフレームFrN+1の画素値に基づいて算出する。ここで、フレームFrN+1のm個の画素値が8近傍の画素に囲まれる領域内に変換され、変換された各画素の画素値を $I_{tj}(x^\circ, y^\circ)$ ($1 \leq j \leq m$)とすると、整数座標 $b(x, y)$ における画素値 $I_t(x^\wedge, y^\wedge)$ は、下記の式(7)により算出することができる。なお、式(7)において ϕ は荷重和演算を表す関数である。

【数4】

$$\begin{aligned} I_t(x^\wedge, y^\wedge) &= \phi(I_{tj}(x^\circ, y^\circ)) \\ &= \left\{ (W1 \times I_{t1}(x^\circ, y^\circ) + W2 \times I_{t2}(x^\circ, y^\circ) + \dots + Wm \times I_{tm}(x^\circ, y^\circ)) \right\} / (W1 + W2 + \dots + Wk) \\ &= \frac{\sum_{j=1}^m Wj \times I_{tj}(x^\circ, y^\circ)}{\sum_{j=1}^m Wj} \end{aligned} \quad (7)$$

【0063】

但し、 Wj ($1 \leq j \leq m$) : 画素値 $I_{tj}(x^\circ, y^\circ)$ が割り当てられた位置における近傍の整数画素から見た座標内分比の積

【0064】

ここで、簡単のため、図5を用いて8近傍の画素に囲まれる領域内にフレームFrN+1の2つの画素値 I_{t1}, I_{t2} が変換された場合について考えると、整数座標 $b(x, y)$ における画素値 $I_t(x^\wedge, y^\wedge)$ は下記の式(8)により算出することができる。

【数5】

$$It(x^*, y^*) = \frac{1}{W1 + W2} = (W1 \times It1 + W2 \times It2) \quad (8)$$

【0065】

但し、 $W1 = u \times v$ 、 $W2 = (1 - s) \times (1 - t)$

【0066】

以上の処理をパッチP1内の全ての画素について行うことにより、パッチP1内の画像が基準フレームFrNの座標空間に変換されて、座標変換フレームFrT0が取得される。

【0067】

相関値算出手段4は、座標変換フレームFrT0と基準フレームFrNとの相関値d0を算出する。具体的には下記の式(9)に示すように、座標変換フレームFrT0と基準フレームFrNとの対応する画素における画素値FrT0(x, y), FrN(x, y)との差の絶対値の基準パッチP0内の全画素mについての加算値を基準パッチP0内の画素数mで除した値、すなわち各画素毎の差の絶対値の基準パッチP0内の全画素についての平均値を相関値d0として算出する。なお、相関値d0は座標変換フレームFrT0と基準フレームFrNとの相関が大きいほど小さい値となる。

【数6】

$$d0 = \sum_{i=1}^m |FrT0(x_i, y_i) - FrN(x_i, y_i)| / m \quad (9)$$

【0068】

なお、本実施形態では座標変換フレームFrT0と基準フレームFrNとの対応する画素における画素値の差の絶対値から相関値d0を算出しているが、差の二乗から相関値を算出してもよい。また、座標変換フレームFrT0と基準フレームFrNとの対応する画素における画素値の差の絶対値の加算値を相関値としてもよい。また、座標変換フレームFrT0および基準フレームFrNのヒストグラムをそれぞれ算出し、座標変換フレームFrT0および基準フレームFrNのヒストグラムの平均値、メディアン値または標準偏差の差分値、もしくはヒストグラムの差分値の累積和を相関値として用いてもよい。また、基準フレームFrNに対する座標変換フレームFrT0の動きを表す動きベクトルを基準フレームFrNの各画素または小領域毎に算出し、算出された動ベクトルの平均値、メディアン値または標準偏差を相関値として用いてもよく、動ベクトルのヒストグラムの累積和を相関値として用いてもよい。

【0069】

変化量算出手段5は、分割数が初期値（本実施形態では 2×2 ）の場合には、分割数を1段階増加させ（本実施形態では 4×4 ）、増加させた分割数により相関値算出手段4において算出された相関値d1とその前の段階の分割数により取得された相関値d0との変化量 $\Delta d0$ を算出する。

【0070】

具体的には、対応関係推定手段2において、図6(a)に示すように基準パッチP0およびパッチP1の分割数を 2×2 から 4×4 に増加して、基準パッチP0およびパッチP1を基準フレームFrNおよびフレームFrN+1の適当な位置に配置し、上記と同様にパッチP1の基準パッチP0に対する移動量および変形量を求め、基準パッチP0内の画素とパッチP1内の画素との対応関係を推定する。そして、座標変換手段3において、対応関係推定手段2により推定された対応関係に基づいてフレームFrN+1を基準フレームFrNの座標空間に座標変換して座標変換フレームFrT1を取得する。さらに、相関値算出手段4において、座標変換フレームFrT1と基準フレームFrNとの相関値d1を算出する。具体的には下記の式(10)に示すように、座標変換フレームFrT1と基

準フレームFrNとの対応する画素における画素値FrT1(x, y), FrN(x, y)との差の絶対値の基準パッチP0内の全画素についての平均値を相関値d1として算出する。さらに、下記の式(11)に示すように、相関値d0と相関値d1との差の絶対値を変化量Δd0として算出する。

【数7】

$$d1 = \sum^m |FrT1(x, y) - FrN(x, y)| / m \quad (10)$$

$$d0 = |d0 - d1| \quad (11)$$

【0071】

なお、相関値d0を算出するのみでは変化量Δd0を算出できないため、分割数1を初期の段階から1段階増加させての相関値d1の算出は、変化量算出手段5が対応関係推定手段2、座標変換手段3および相関値算出手段4を制御することにより行われる。

【0072】

比較手段6は変化量Δd0をしきい値Th1と比較する。このしきい値Th1は予め定められて比較手段6の不図示のメモリに記憶されてなるものである。そして、変化量Δd0がしきい値Th1以下となった場合に、変化量Δd0を算出した2つの相関値d0, d1の分割数のうち、相関値d0を得た小さい方の分割数を、後述するように合成手段7においてフレームFrN, FrN+1から合成フレームFrGを作成するために用いる対応関係を推定した合成分割数と決定する。

【0073】

一方、比較手段6は、変化量Δd0がしきい値Th1を越えた場合には、基準パッチP0およびパッチP1の分割数を1段階増加して対応関係の推定、座標変換フレームの取得、相関値の算出および変化量の算出を行うように、対応関係推定手段2、座標変換手段3、相関値算出手段4および変化量算出手段5を制御する。

【0074】

具体的には、対応関係推定手段2において、図6(b)に示すように基準パッチP0およびパッチP1の分割数を4×4から8×8に増加して、基準パッチP0およびパッチP1を基準フレームFrNおよびフレームFrN+1の適当な位置に配置し、上記と同様にパッチP1の基準パッチP0に対する移動量および変形量を求め、基準パッチP0内の画素とパッチP1内の画素との対応関係を推定する。そして、座標変換手段3において、対応関係推定手段2により推定された対応関係に基づいてフレームFrN+1を基準フレームFrNの座標空間に座標変換して座標変換フレームFrT2を取得する。また、相関値算出手段4において、座標変換フレームFrT2と基準フレームFrNとの相関値d2を算出する。さらに、変化量算出手段5において、4×4の分割数により算出された相関値d1と8×8の分割数により算出された相関値d2との差分値の絶対値を変化量Δd1として算出する。

【0075】

そして、比較手段6は、算出された変化量Δd1をしきい値Th1と比較し、変化量Δd1がしきい値Th1を越える場合には、さらに16×16に基準パッチP0およびパッチP1の分割数を増加して、増加した段階の分割数において相関値di+1(-1≤i)(以下、一般化のためにiを用いる)を算出し、さらに、相関値diと相関値di+1との変化量Δdiがしきい値Th1以下となるまで、対応関係推定手段2、座標変換手段3、相関値算出手段4および変化量算出手段5に、対応関係の推定、座標変換フレームの取得、相関値の算出および変化量の算出を行わせる。なお、本実施形態においては、基準パッチP0およびパッチP1のi段階目の分割数は2^{i+1}×2^{i+1}であり、i段階目の分割数により得られた座標変換フレームをFrTi、相関値をdiとする。そして、i+1段階目の分割数により算出された相関値di+1とi段階目の分割数により算出された相関値diとの変化量Δdiを算出し、変化量Δdiがしきい値Th1以下となつたときの基準

パッチP0およびパッチP1の分割数を合成分割数と決定する。なお、合成分割数は変化量 Δd_i を得た2つの相関値を算出した分割数のうちの小さい方の分割数である。

【0076】

なお、分割数があまりに大きくなると矩形領域が小さくなりすぎて、似たような画像を表す矩形領域が多く存在することとなり、却って被写体の移動および／または変形にパッチの移動および／または変形が追随できない場合がある。このため、分割数の上限値を設定しておくことが好ましい。

【0077】

合成手段7は、比較手段6において決定された合成分割数により推定された対応関係に基づいて、基準フレームFrNおよびフレームFrN+1に対して補間演算を施して合成フレームFrGを作成する。具体的には、まず図7に示すように、最終的に必要な画素数を有する統合画像（本実施形態においては、フレームFrN, FrN+1の縦横それぞれ2倍の画素数を有する場合について説明するが、n倍（n：正数）の画素数を有するものであってもよい）を用意し、対応関係推定手段2において合成分割数における対応関係に基づいて、フレームFrN+1（パッチP1内の領域）の画素の画素値を統合画像上に割り当てる。この割り当てを行う関数をΠとすると、下記の式（12）によりフレームFrN+1の各画素の画素値が統合画像上に割り当られる。

【数8】

$$I1N+1(x^\circ, y^\circ) = \Pi(FrN+1(x, y)) \quad (12)$$

【0078】

但し、 $I1N+1(x^\circ, y^\circ)$ ：統合画像上に割り当てられたフレームFrN+1の画素値
 $FrN+1(x, y)$ ：フレームFrN+1の画素値

【0079】

このように統合画像上にフレームFrN+1の画素値を割り当てるにより画素値 $I1N+1(x^\circ, y^\circ)$ を得、各画素について $I1(x^\circ, y^\circ) (= I1N+1(x^\circ, y^\circ))$ の画素値を有する第1の補間フレームを取得する。

【0080】

ここで、画素値を統合画像上に割り当てる際に、統合画像の画素数とフレームFrN+1の画素数との関係によっては、フレームFrN+1上の各画素が統合画像の整数座標（すなわち画素値が存在すべき座標）に対応しない場合がある。本実施形態においては、統合画像の整数座標における画素値は、統合画像の整数座標に隣接する8近傍の整数座標に囲まれた領域を設定し、この領域内に割り当てられたフレームFrN+1上の各画素の画素値の荷重和として求める。

【0081】

すなわち、図8に示すように統合画像における整数座標 $p(x, y)$ については、その8近傍の整数座標 $p(x-1, y-1), p(x, y-1), p(x+1, y-1), p(x-1, y), p(x+1, y), p(x-1, y+1), p(x, y+1), p(x+1, y+1)$ に囲まれる領域内に割り当てられたフレームFrN+1の画素値に基づいて算出する。ここで、フレームFrN+1のk個の画素値が8近傍の画素に囲まれる領域内に割り当られ、割り当てられた各画素の画素値を $I1N+1i(x^\circ, y^\circ)$ （ $1 \leq i \leq k$ ）とすると、整数座標 $p(x, y)$ における画素値 $I1N+1(x^\circ, y^\circ)$ は、下記の式（13）により算出することができる。なお、式（12）においてΠは荷重和演算を表す関数である。

【数9】

$$\begin{aligned}
 I1N+1(x^{\wedge}, y^{\wedge}) &= \Phi(I1N+1(x^{\circ}, y^{\circ})) \\
 &= \left\{ (M1 \times I1N+11(x^{\circ}, y^{\circ}) + M2 \times I1N+12(x^{\circ}, y^{\circ}) + \dots + Mk \times I1N+1k(x^{\circ}, y^{\circ})) \right\} / (M1 + M2 + \dots + Mk) \\
 &= \frac{\sum_{i=1}^k Mi \times I1N+1i(x^{\circ}, y^{\circ})}{\sum_{i=1}^k Mi} \quad (13)
 \end{aligned}$$

【0082】

但し、 M_i ($1 \leq i \leq k$) : 画素値 $I1N+1i(x^{\circ}, y^{\circ})$ が割り当てられた位置における近傍の整数画素から見た座標内分比の積

【0083】

ここで、簡単のため、図8を用いて8近傍の画素に囲まれる領域内にフレーム $F_r N+1$ の2つの画素値 $I1N+11$, $I1N+12$ が割り当てられた場合について考えると、整数座標 $p(x, y)$ における画素値 $I1N+1(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ は下記の式(14)により算出することができる。

【数10】

$$I1N+1(x^{\wedge}, y^{\wedge}) = \frac{1}{M1 + M2} = (M1 \times I1N+11 + M2 \times I1N+12) \quad (14)$$

【0084】

但し、 $M1 = u \times v$ 、 $M2 = (1-s) \times (1-t)$

【0085】

そして、統合画像の全ての整数座標について、フレーム $F_r N+1$ の画素値を割り当てることにより画素値 $I1N+1(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を得ることができる。この場合、第1の補間フレームの各画素値 $I1(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ は $I1N+1(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ となる。

【0086】

なお、基準フレーム $F_r N$ については、基準フレーム $F_r N$ の画素を統合画像の整数座標に補間して直接割り当てることにより取得される。この基準フレーム $F_r N$ を統合画像の整数座標に割り当てることにより得られた画素値を $I2(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ とし、画素値 $I2(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を有するフレームを第2の補間フレームとする。

【0087】

そして、第1および第2の補間フレームの対応する画素における画素値 $I1(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ および $I2(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を加算または重み付け加算することにより、画素値 $F_r G(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を有する合成フレーム $F_r G$ を作成する。なお、画素値 $I1(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ のみから画素値 $F_r G(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を有する合成フレーム $F_r G$ を作成してもよい。

【0088】

なお、統合画像の全ての整数座標に画素値を割り当てることができない場合がある。このような場合は、割り当てられた画素値または基準フレームの画素値（割り当てられていない座標に対応する）に対して線形補間演算、スプライン補間演算等の種々の補間演算を施して、画素値が割り当てられなかった整数座標の画素値を算出すればよい。

【0089】

また、上記では輝度成分 Y についての合成フレーム $F_r G$ を求める処理について説明したが、色差成分 C_b , C_r についても同様に合成フレーム $F_r G$ が取得される。そして、輝度成分 Y から求められた合成フレーム $F_r G(Y)$ および色差成分 C_b , C_r から求められた合成フレーム $F_r G(C_b)$, $F_r G(C_r)$ を合成することにより、最終的な合成フレームが得られることとなる。なお、処理の高速化のためには、輝度成分 Y について

のみ基準フレーム F_{rN} とフレーム F_{rN+1} との対応関係を推定し、色差成分 C_b, C_r については輝度成分 Y について推定された対応関係に基づいて処理を行うことが好ましい。

【0090】

次いで、第1の実施形態の動作について説明する。図9は第1の実施形態において行われる処理を示すフローチャートである。まず、サンプリング手段1に動画像データ M_0 が入力され（ステップS1）、ここで、動画像データ M_0 から基準フレーム F_{rN} およびフレーム F_{rN+1} がサンプリングされる（ステップS2）。続いて、対応関係推定手段2により、基準フレーム F_{rN} とフレーム F_{rN+1} との対応関係が推定される（ステップS3）。

【0091】

そして、推定された対応関係に基づいて、座標変換手段3によりフレーム F_{rN+1} が基準フレーム F_{rN} の座標空間に変換されて座標変換フレーム F_{rTi} が取得される（ステップS4）。そして、相関値算出手段4により座標変換フレーム F_{rT0} と基準フレーム F_{rN} との相関値 d_i が算出される（ステップS5）。

【0092】

続いて、相関値が基準パッチ P_0 およびパッチ P_1 の0段階目の分割数すなわち初期の分割数において算出されたものであるか否かが判定され（ステップS6）、ステップS6が肯定されると、基準パッチ P_0 およびパッチ P_1 の分割数が1段階増加され（ステップS7）、ステップS3に戻り、増加された分割数によりステップS3からステップS5の処理が繰り返され、座標変換フレーム F_{rT0} と基準フレーム F_{rN} との相関値 d_{i+1} が算出される。

【0093】

増加された分割数により相関値 d_{i+1} が算出されるとステップS6が否定され、1つ前の分割数により算出された相関値 d_i と現在の分割数により算出された相関値 d_{i+1} との変化量 Δd_i が算出される（ステップS8）。そして、比較手段6により変化量 Δd_i がしきい値 T_h1 以下であるか否かが判定される（ステップS9）。

【0094】

ステップS9が否定されると、ステップS7に進み、基準パッチ P_0 およびパッチ P_1 の分割数が1段階増加されて（ステップS7）ステップS3に戻り、増加された分割数によりステップS3からステップS9の処理が繰り返される。

【0095】

ステップS9が肯定されると、変化量 Δd_i を得た2つの相関値 d_i, d_{i+1} のうち、分割数が小さい方の相関値 d_i を得た基準パッチ P_0 およびパッチ P_1 の分割数が合成分割数に決定され（ステップS10）、決定された合成分割数により推定された対応関係に基づいて、合成手段7により基準フレーム F_{rN} およびフレーム F_{rN+1} から合成フレーム F_{rG} が作成され（ステップS11）、処理を終了する。

【0096】

このように、第1の実施形態においては、しきい値 T_h1 以下となる変化量を算出した相関値を算出した分割数により推定された対応関係に基づいて、フレーム F_{rN} およびフレーム F_{rN+1} から合成フレーム F_{rG} を作成しているため、フレーム内における動いている被写体の移動および／または変形に追随可能な最適な分割数により合成フレーム F_{rG} を作成することができ、これにより、フレームに含まれる被写体の動きに拘わらず、高画質の合成フレーム F_{rG} を得ることができる。

【0097】

次いで、本発明の第2の実施形態について説明する。上記第1の実施形態においては、変化量がしきい値 T_h1 以下となる相関値を算出した分割数により推定されたフレーム F_{rN}, F_{rN+1} のパッチ内の画像全体の対応関係に基づいて合成フレーム F_{rG} を作成しているが、第2の実施形態においては、基準パッチ P_0 およびパッチ P_1 を分割することにより得られる矩形領域毎に相関値の変化量を算出し、矩形領域毎の変化量をしきい値

T_{h1} と比較して合成分割数を矩形領域単位で決定して合成フレーム F_rG を作成するようにしたものである。なお、第2の実施形態においては、上記式(9)を用いて、矩形領域毎に座標変換フレーム F_rT_0 と基準フレーム F_rN との対応する画素における画素値 $F_rT_0(x, y)$, $F_rN(x, y)$ との差の絶対値の矩形領域内の全画素mについての加算値を矩形領域内の画素数mで除した値、すなわち各画素毎の差の絶対値の矩形領域内の全画素についての平均値を矩形領域毎の変化量を求めるための相関値として算出する。

【0098】

図10は矩形領域毎の相関値の算出を説明するための図である。図10(a)に示すように分割数が 2×2 の基準パッチ P_0 およびパッチ P_1 の各矩形領域を矩形領域 $A_1 \sim A_4$ とする。一方、図10(b)に示すように分割数が 4×4 の基準パッチ P_0 およびパッチ P_1 の各矩形領域を矩形領域 $A_{11} \sim A_{14}$, $A_{21} \sim A_{24}$, $A_{31} \sim A_{34}$, $A_{41} \sim A_{44}$ とする。なお、矩形領域 A_1 が矩形領域 $A_{11} \sim A_{14}$ に、矩形領域 A_2 が矩形領域 $A_{21} \sim A_{24}$ に、矩形領域 A_3 が矩形領域 $A_{31} \sim A_{34}$ に、矩形領域 A_4 が矩形領域 $A_{41} \sim A_{44}$ にそれぞれ対応する。

【0099】

そして、分割数が 2×2 の場合には、矩形領域 $A_1 \sim A_4$ 毎に基準フレーム F_rN とフレーム F_rN+1 との相関値を算出する。矩形領域 $A_1 \sim A_4$ のそれにおける相関値を d_{01} , d_{02} , d_{03} , d_{04} とする。

【0100】

また、変化量の算出のため、分割数が 4×4 の場合の矩形領域 $A_{11} \sim A_{14}$, $A_{21} \sim A_{24}$, $A_{31} \sim A_{34}$, $A_{41} \sim A_{44}$ の相関値の加算値を算出する。この相関値の加算値を相関値 d_{11} , d_{12} , d_{13} , d_{14} とする。

【0101】

そして、対応する矩形領域間で相関値の差分値の絶対値を変化量として算出する。すなわち、分割数が 2×2 の場合について矩形領域 $A_1 \sim A_4$ にそれぞれ対応する変化量 Δd_{01} , Δd_{02} , Δd_{03} , Δd_{04} をそれぞれ下記の式(15)～(18)により算出する。

【数11】

$$\Delta d_{01} = |d_{01} - d_{11}| \quad (15)$$

$$\Delta d_{02} = |d_{02} - d_{12}| \quad (16)$$

$$\Delta d_{03} = |d_{03} - d_{13}| \quad (17)$$

$$\Delta d_{04} = |d_{04} - d_{14}| \quad (18)$$

【0102】

続いて、算出された変化量 Δd_{01} , Δd_{02} , Δd_{03} , Δd_{04} をしきい値 T_{h1} と比較し、変化量がしきい値 T_{h1} 以下となった矩形領域に対応する基準パッチ P_0 およびパッチ P_1 内の領域については、その変化量を算出した2つの相関値を算出した分割数のうち小さい方の分割数(すなわち 2×2)を合成分割数と決定する。一方、変化量がしきい値 T_{h1} を越えた矩形領域については分割数を1段階増加して、対応関係の推定、座標変換フレームの取得、相関値の算出および変化量の算出を再度行う。そして、基準パッチ P_0 およびパッチ P_1 内の全ての領域について変化量がしきい値 T_{h1} 以下となるまで分割数を段階的に増加して相関値および変化量を算出し、変化量がしきい値 T_{h1} 以下となったときの2つの相関値を算出した分割数のうち小さい方の分割数を、その矩形領域に対応する基準パッチ P_0 およびパッチ P_1 内の領域についての合成分割数と決定する。

【0103】

例えば、分割数が 2×2 の場合における矩形領域 A_1 , A_2 については変化量 Δd_{01} , Δd_{02} がしきい値 T_{h1} 以下となり、矩形領域 A_3 , A_4 については変化量 Δd_{03}

、 $\Delta d_0 4$ がしきい値 $T h_1$ を越えた場合には、基準パッチ P 0 およびパッチ P 1 の矩形領域 A 1, A 2 に対応する領域については変化量を算出した 2 つの相関値の分割数のうち小さい方の分割数（すなわち 2×2 ）を合成分割数に決定する。

【0104】

一方、矩形領域 A 3, A 4 については、基準パッチ P 0 およびパッチ P 1 を 8×8 に分割した場合と同様の分割数となるように矩形領域 A 3, A 4 に対応する矩形領域 A 3 1～A 3 4, A 4 1～A 4 4 をさらに分割し、その分割数により、基準パッチ P 0 およびパッチ P 1 の矩形領域 A 3 1～A 3 4, A 4 1～A 4 4 に対応する領域についてのみ、対応関係の推定、座標変換および相関値の算出を行う。そして、矩形領域 A 3 1～A 3 4, A 4 1～A 4 4 のそれぞれに対応する 4 つの矩形領域についての相関値の加算値を矩形領域 A 3 1～A 3 4, A 4 1～A 4 4 にそれぞれ対応する相関値として算出し、矩形領域 A 3 1～A 3 4, A 4 1～A 4 4 の相関値と、 8×8 の分割数により算出された各矩形領域の矩形領域 A 3 1～A 3 4, A 4 1～A 4 4 に対応する相関値との変化量を算出し、算出された変化量をしきい値 $T h_1$ と比較する。

【0105】

そして、全ての矩形領域 A 3 1～A 3 4, A 4 1～A 4 4 についての変化量がしきい値 $T h_1$ 以下となった場合には、基準パッチ P 0 およびパッチ P 1 の矩形領域 A 3 1～A 3 4, A 4 1～A 4 4 に対応する領域については変化量を算出した 2 つの相関値の分割数のうち小さい方の分割数（すなわち 4×4 ）を合成分割数に決定する。

【0106】

この場合、基準パッチ P 0 およびパッチ P 1 内の画像の合成分割数は、図 1 1 に示すように左半分の領域は 2×2 に、右半分の領域は 4×4 となる。なお、矩形領域 A 3 1～A 3 4, A 4 1～A 4 4 についての変化量が再度しきい値 $T h_1$ を越えた場合には、基準パッチ P 0 およびパッチ P 1 内の全領域について、相関値がしきい値 $T h_1$ 以下となるまで、相関値がしきい値 $T h_1$ を越えた矩形領域に対応する基準パッチ P 0 およびパッチ P 1 の領域について、段階的に分割数を増加して対応関係の推定、座標変換フレームの取得、相関値の算出および変化量の算出を行う。

【0107】

次いで、第 2 の実施の形態の動作について説明する。図 1 2 は、第 2 の実施形態において行われる処理を示すフローチャートである。まず、サンプリング手段 1 に動画像データ M 0 が入力され（ステップ S 2 1）、ここで、動画像データ M 0 から基準フレーム F r N およびフレーム F r N + 1 がサンプリングされる（ステップ S 2 2）。続いて、対応関係推定手段 2 により、基準フレーム F r N とフレーム F r N + 1 との対応関係が推定される（ステップ S 2 3）。

【0108】

そして、推定された対応関係に基づいて、座標変換手段 3 によりフレーム F r N + 1 が基準フレーム F r N の座標空間に変換されて座標変換フレーム F r T i が取得される（ステップ S 2 4）。そして、相関値算出手段 4 により座標変換フレーム F r T 0 と基準フレーム F r N との相関値が矩形領域毎に算出される（ステップ S 2 5）。

【0109】

続いて、相関値が基準パッチ P 0 およびパッチ P 1 の 0 段階目の分割数すなわち初期の分割数において算出されたものであるか否かが判定され（ステップ S 2 6）、ステップ S 2 6 が肯定されると、基準パッチ P 0 およびパッチ P 1 の分割数が 1 段階増加され（ステップ S 2 7）、ステップ S 2 3 に戻り、増加された分割数によりステップ S 2 3 からステップ S 2 5 の処理が繰り返され、座標変換フレーム F r T 0 と基準フレーム F r N との相関値が矩形領域毎に算出される。

【0110】

増加された分割数により相関値が算出されるとステップ S 2 6 が否定され、1 つ前の分割数により算出された相関値と現在の分割数により算出された相関値との変化量が矩形領域毎に算出される（ステップ S 2 8）。そして、比較手段 6 により複数の矩形領域のうち

の1の矩形領域（小さい方の分割数に対応するもの）について、矩形領域毎の変化量がしきい値T_h1以下であるか否かが判定される（ステップS29）。

【0111】

ステップS29が否定されると、その矩形領域について基準パッチP0およびパッチP1の分割数が1段階増加され（ステップS30）、後述するステップS32に進む。一方、ステップS29が肯定されると、その矩形領域についてはその変化量を算出した2つの相関値の分割数のうち小さい方の分割数が合成分割数に決定される（ステップS31）。そして全ての矩形領域についてステップS29の判定が終了したか否かが判定され（ステップS32）、ステップS32が否定されると次の矩形領域に判定の対象が変更され（ステップS33）、ステップS29に戻りそれ以降の処理が繰り返される。

【0112】

ステップS32が肯定されると、基準パッチP0およびパッチP1内の全領域について合成分割数が決定されたか否かが判定され（ステップS34）、ステップS34が否定されるとステップS23に戻り、基準パッチP0およびパッチP1内において合成分割数が決定されていない領域についてのみ、ステップS23以降の処理が繰り返される。一方、ステップS34が肯定されると、決定された合成分割数により推定された対応関係に基づいて、合成手段7により基準フレームF_rNおよびフレームF_rN+1から合成フレームF_rGが作成され（ステップS35）、処理を終了する。

【0113】

このように、第2の実施形態においては、合成フレームF_rGの作成に用いる対応関係を矩形領域毎に決定しているため、基準パッチおよびパッチ内における分割された矩形領域に対応する領域単位で合成フレームF_rGが作成されることとなる。このため、フレーム内の各部分に含まれる被写体の動きに追随した最適な分割数により合成フレームF_rGを作成することができ、これにより、フレームに含まれる被写体の動きに拘わらず、より高画質の合成フレームF_rGを得ることができる。

【0114】

なお、上記第2の実施形態においては、基準パッチP0およびパッチP1内の全領域について、分割により得られる全ての矩形領域についての変化量がしきい値T_h1以下となるまで分割数を段階的に増加しているが、各分割の段階において得られる全ての矩形領域についての変化量の代表値（例えば変化量の平均値、メディアン値、最大値および最小値等）が、所定のしきい値（T_h2とする）以下となったときの基準パッチP0およびパッチP1内の領域の分割数を合成分割数と決定してもよい。

【0115】

また、上記第2の実施形態においては、基準パッチP0およびパッチP1内の全領域について分割により得られる全ての矩形領域についての変化量がしきい値T_h1以下となるまで分割数を段階的に増加しているが、1つの矩形領域について変化量がしきい値T_h1以下となったときの基準パッチP0およびパッチP1内の矩形領域の分割数を合成分割数と決定してもよい。例えば、2×2に分割した初期の段階において1つの矩形領域（例えばA1）においてのみ変化量△d01がしきい値T_h1以下となった場合には2×2を合成分割数とすればよい。

【0116】

また、変化量がしきい値T_h1以下となる矩形領域の基準パッチP0およびパッチP1内の領域に占める割合が所定の割合（例えば50%）以上となった場合における分割数を合成分割数と決定してもよい。例えば図13に示すように分割数が4×4の場合において、16の矩形領域のうち斜線で示す9の矩形領域について変化量がしきい値T_h1以下となった場合に、4×4を合成分割数と決定してもよい。

【0117】

また、基準パッチP0およびパッチP1において、人物の顔や複雑なテクスチャ等の主要な被写体が含まれる領域あるいは主要な被写体が含まれる可能性が高い中央付近の領域（以下主要領域とする）に位置する矩形領域について、変化量がしきい値T_h1以下とな

ったときの基準パッチP0およびパッチP1内の矩形領域の分割数を合成分割数と決定してもよい。例えば、図14に示すように分割数が4×4の場合において、中央付近の4つの矩形領域が人物の顔の部分に位置する場合には、この4つの矩形領域についてのみ変化量がしきい値Th1以下となったときの分割数を合成分割数と決定すればよい。なお、この場合、主要領域に位置する矩形領域について算出された変化量の平均値を算出し、この平均値をしきい値Th1と比較するようにしてもよい。

【0118】

また、変化量の平均値を算出する場合、下記の式(19)に示すように、主要領域に位置する各矩形領域における主要な被写体が占める割合に応じて、各矩形領域において算出された変化量を重み付けし、重み付けした変化量の平均値△dmを算出してもよい。

【数12】

$$\Delta dm = \frac{\sum S_i \cdot \Delta d_{0i}}{n} \quad (19)$$

【0119】

但し、△d0i：各矩形領域の変化量

Si：各矩形領域において主要被写体の割合に比例して増加する重み係数

また、上記第2の実施形態においては、分割の各段階において得られる全ての矩形領域について変化量をしきい値Th1と比較しているが、基準パッチP0およびパッチP1内の局所的な領域において、変化量が非常に大きく、その領域については分割数を大きくしても分割の各段階において得られる矩形領域についての変化量がしきい値Th1以下となるないような場合がある。このため、基準パッチP0およびパッチP1における初期の分割数(2×2)において、矩形領域についての変化量をあらかじめ定めた一定値と比較し、変化量が一定値を超える場合には、その矩形領域についてはそれ以降は変化量の算出には使用しないようにしてもよい。これにより、演算量を低減して処理を高速に行うことができる。なお、一定値はしきい値Th1の数倍の値とすればよい。

【0120】

また、上記第1および第2の実施形態において、分割数に応じて変化量と比較するしきい値Th1を変化させるようにしてもよい。具体的には、図15に示すように分割数が一定値(ここでは2⁸)までは変化せず、一定値を超えると分割数が増加するに応じて大きくなるようにしきい値Th1を変化させればよい。これにより、分割数を適切に設定することができる。なお、分割数が一定値を超えた場合にしきい値Th1を大きくするのは、分割数があまりに大きくなると矩形領域が小さくなりすぎて、似たような画像を表す矩形領域が多く存在することとなり、却って被写体の移動および／または変形にパッチの移動および／または変形が追随できない場合があるからである。

【0121】

なお、上記第1および第2の実施形態においては、基準フレームFrNおよびフレームFrN+1の輝度色差成分Y, Cb, Cr毎に合成フレームFrGを取得しているが、輝度成分Yについてのみ合成フレームFrGを取得し、色差成分Cb, Crについては、基準フレームFrNの色差成分Cb, Crを線形補間して色差成分の合成フレームを求めてもよい。

【0122】

また、フレームFrN, FrN+1がRGBの色データからなる場合には、RGB各色データ毎に処理を行って合成フレームFrGを作成してもよい。

【0123】

また、上記第1および第2の実施形態においては、輝度色差成分Y, Cb, Cr毎に相関値diを算出しているが、下記の式(20)に示すように、例えば相関値diについて、輝度成分の相関値diY、色差成分の相関値diCb, diCrを重み係数a1, b1, c1により重み付け加算することにより、1の相関値di'を算出し、このように算出

された相関値 $d_{i'}$ および分割数を 1 段階増加した相関値 $d_{i+1'}$ から変化量 $\Delta d_{i'}$ を算出してもよい。

【数13】

$$d_{i'} = a_1 \cdot d_{iY} + b_1 \cdot d_{iCb} + c_1 \cdot d_{iCr} \quad (20)$$

【0124】

また、下記の式(21)に示すように、座標変換フレーム F_{rTi} の輝度成分 $F_{rTi}Y(x, y)$ および色差成分 $F_{rTi}Cb(x, y)$, $F_{rTi}Cr(x, y)$ と、基準フレーム F_{rN} の $F_{rNY}(x, y)$ および色差成分 $F_{rNCb}(x, y)$, $F_{rNCr}(x, y)$ との重み係数 a_2 , b_2 , c_2 を用いたユークリッド距離を基準パッチ P_0 内の各画素毎に算出し、これを各画素の相関値 $d_{i''}(x, y)$ とし、第1の実施形態においてはこの相関値 $d_{i''}(x, y)$ の基準パッチ P_0 内の全画素についての平均値を、第2の実施形態においてはこの相関値 $d_{i''}(x, y)$ の各矩形領域内の全画素についての平均値を、分割数を決定するための変化量を算出する相関値としてもよい。

【数14】

$$d_{i''}(x, y) = \{a_2(F_{rTi}Y(x, y) - F_{rNY}(x, y))^2 + b_2(F_{rTi}Cb(x, y) - F_{rNCb}(x, y))^2 + c_2(F_{rTi}Cr(x, y) - F_{rNCr}(x, y))^2\}^{0.5} \quad (21)$$

【0125】

また、上記第1および第2の実施形態においては、2つのフレーム F_{rN} , F_{rN+1} から合成フレーム F_{rG} を作成しているが、3以上の複数のフレームから合成フレーム F_{rG} を作成してもよい。例えば、第1の実施形態において、3以上の T 個のフレーム $F_{rN+t'}(0 \leq t' \leq T-1)$ から合成フレーム F_{rG} を作成する場合、基準フレーム $F_{rN}(=F_{rN+0})$ 以外の他のフレーム $F_{rN+t}(1 \leq t \leq T-1)$ のそれぞれについて、基準フレーム F_{rN} との対応関係を推定し、さらに推定された対応関係に応じて座標変換フレームを取得し、座標変換フレームと基準フレーム F_{rN} の相関値を算出する。そして分割数を1段階増加した相関値との変化量を算出し、変化量がしきい値 T_{h1} 以下となるまで対応関係の推定、座標変換フレームの取得、相関値の算出および変化量の算出を行い、変化量がしきい値 T_{h1} 以下となったときの分割数により推定された対応関係に基づいて合成フレームを作成する。この合成フレームを中間合成フレーム F_{rGt} とする。なお、中間合成フレーム F_{rGt} の統合画像の整数座標における画素値を $F_{rGt}(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ とする。

【0126】

そして、全ての他のフレーム F_{rN+t} について中間合成フレーム F_{rGt} を取得し、下記の式(22)により中間合成フレーム F_{rGt} を対応する画素同士で加算することにより、画素値 $F_{rG}(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を有する合成フレーム F_{rG} を作成する。

【数15】

$$FrG(x^{\wedge}, y^{\wedge}) = \sum_{t=1}^{T-1} FrGt(x^{\wedge}, y^{\wedge}) \quad (22)$$

【0127】

なお、統合画像の全ての整数座標に画素値を割り当てることができない場合がある。このような場合は、割り当てられた画素値または基準フレームの画素値（割り当てられていない座標に対応する）に対して線形補間演算、スプライン補間演算等の種々の補間演算を施して、画素値が割り当てられなかった整数座標の画素値を算出すればよい。

【0128】

また、3以上の複数のフレームから合成フレーム F_{rG} を作成する場合において、中間合成フレーム F_{rGt} を取得する際に、上記第2の実施形態と同様に、パッチを構成する矩形領域毎に変化量を算出し、矩形領域に対応する領域単位で推定された対応関係に基づ

いて中間合成フレーム $F_r G_t$ を作成してもよい。

【0129】

また、上記実施形態においては、変化量 Δd_i を算出した2つの相関値 d_i , d_{i+1} を算出した分割数のうち、小さい方の相関値 d_i を算出した分割数を合成分割数としているが、大きい方の相関値 d_{i+1} を算出した分割数を合成分割数として合成フレーム $F_r G$ を作成してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0130】

【図1】本発明の第1の実施形態による動画像合成装置の構成を示す概略ブロック図

【図2】フレーム $F_r N+1$ と基準フレーム $F_r N$ との対応関係の推定を説明するための図

【図3】パッチの変形を説明するための図

【図4】パッチ P_1 と基準パッチ P_0 との対応関係を説明するための図

【図5】双1次内挿を説明するための図

【図6】分割数が異なるパッチを示す図

【図7】フレーム $F_r N+1$ の統合画像への割り当てを説明するための図

【図8】統合画像における整数座標の画素値の算出を説明するための図

【図9】第1の実施形態において行われる処理を示すフローチャート

【図10】本発明の第2の実施形態において行われる処理を説明するための図（その1）

【図11】本発明の第2の実施形態において行われる処理を説明するための図（その2）

【図12】第2の実施形態において行われる処理を示すフローチャート

【図13】本発明の第2の実施形態において行われる他の処理を説明するための図（その1）

【図14】本発明の第2の実施形態において行われる他の処理を説明するための図（その2）

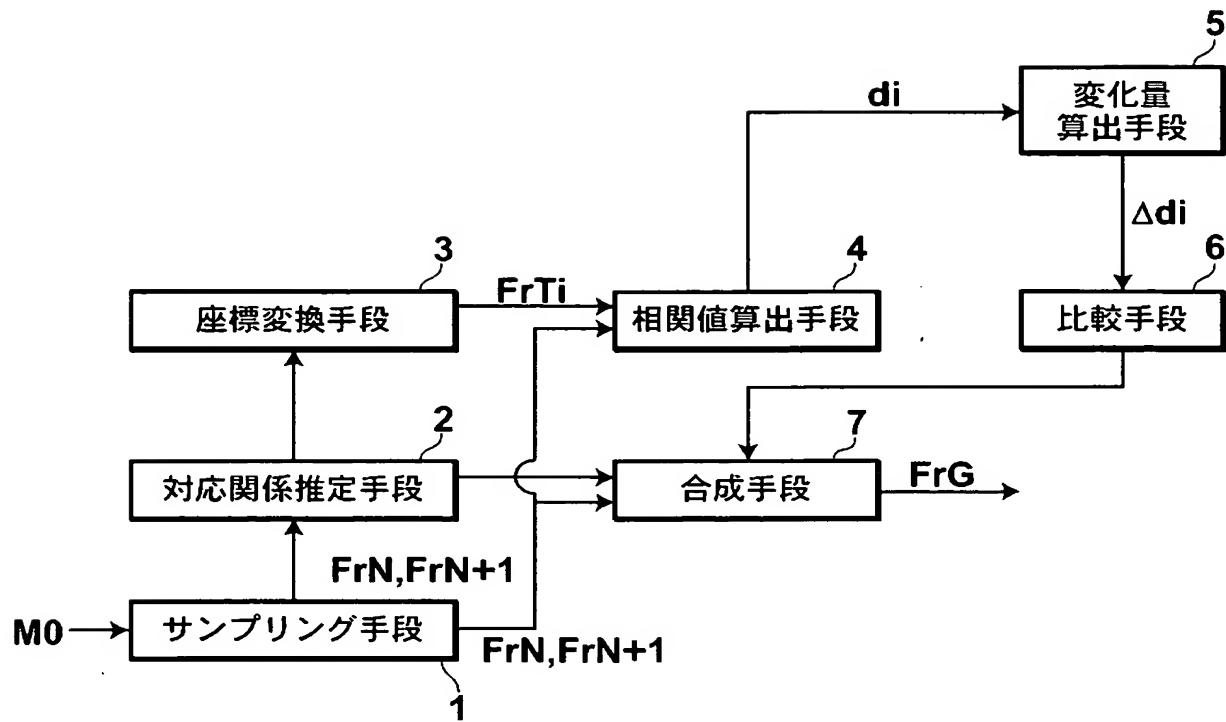
【図15】分割数としきい値との関係を示す図

【符号の説明】

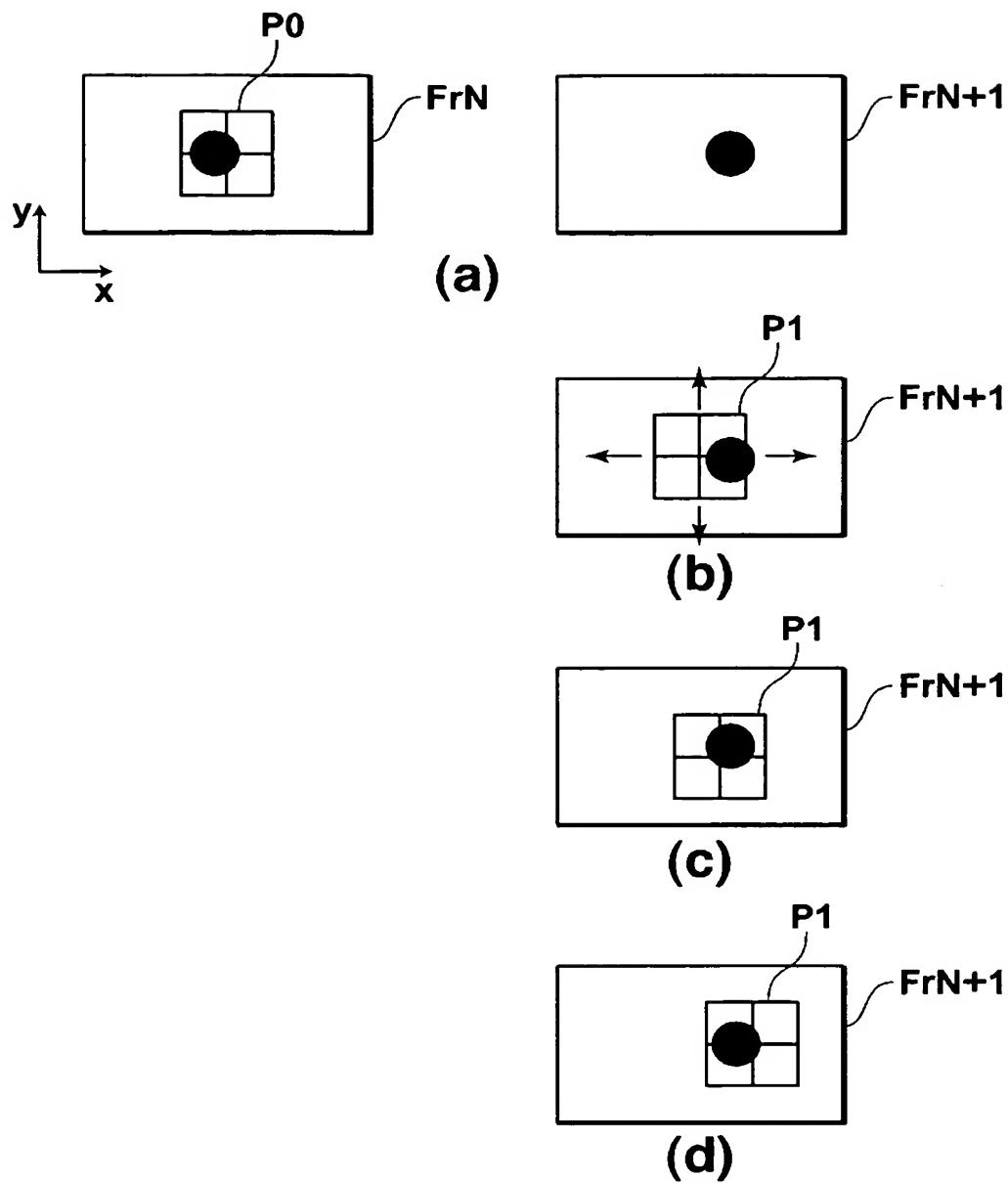
【0131】

- 1 サンプリング手段
- 2 対応関係推定手段
- 3 座標変換手段
- 4 相関値算出手段
- 5 変化量算出手段
- 6 比較手段
- 7 合成手段

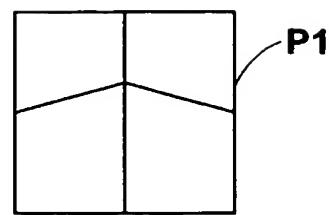
【書類名】 図面
【図 1】



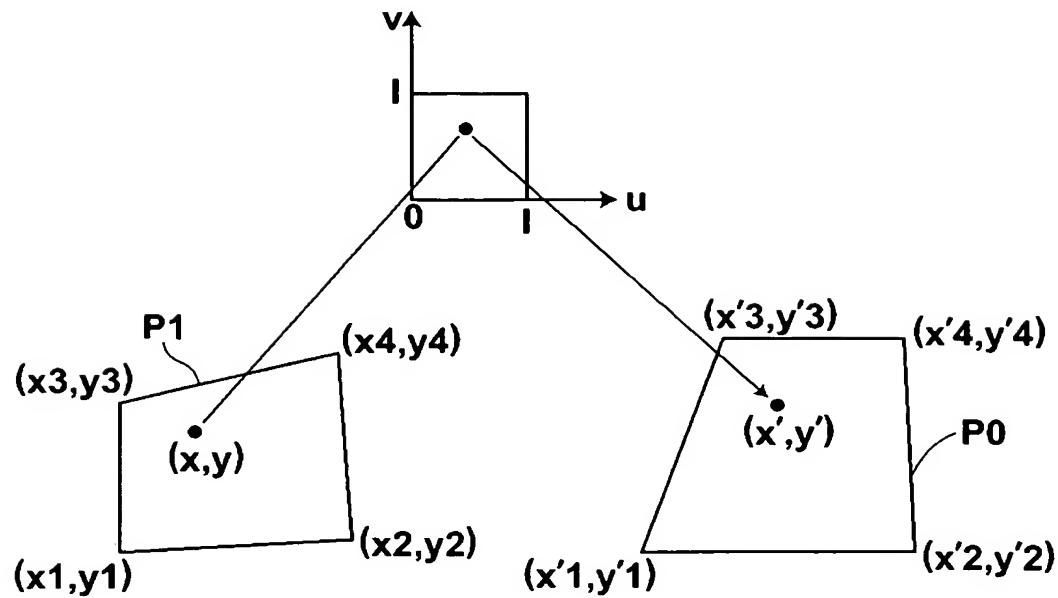
【図2】



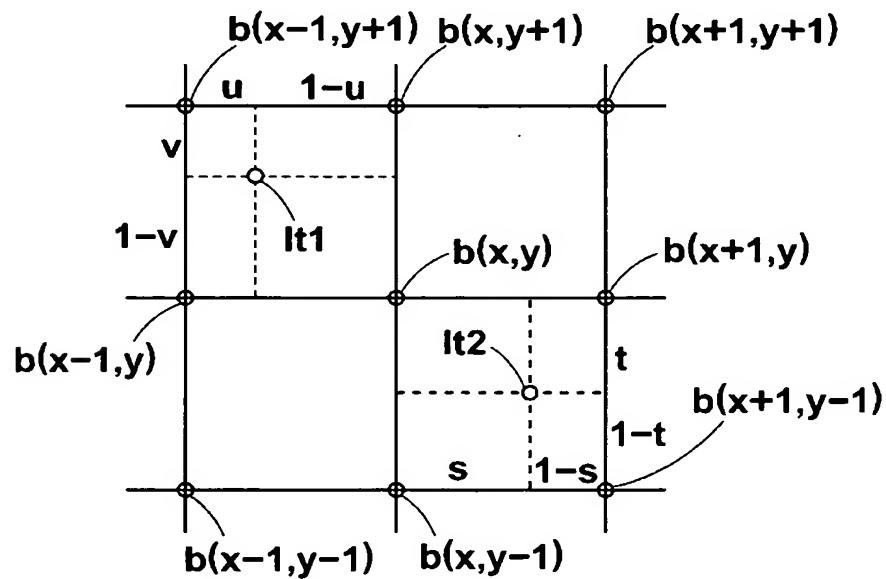
【図3】



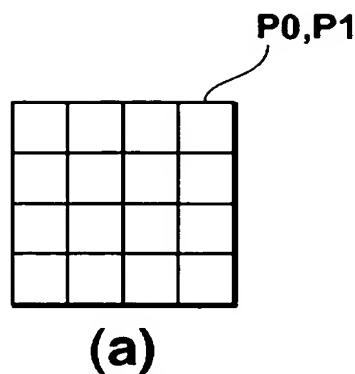
【図4】



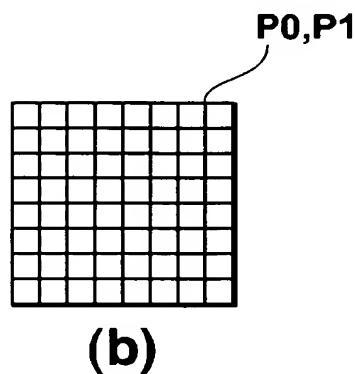
【図5】



【図 6】

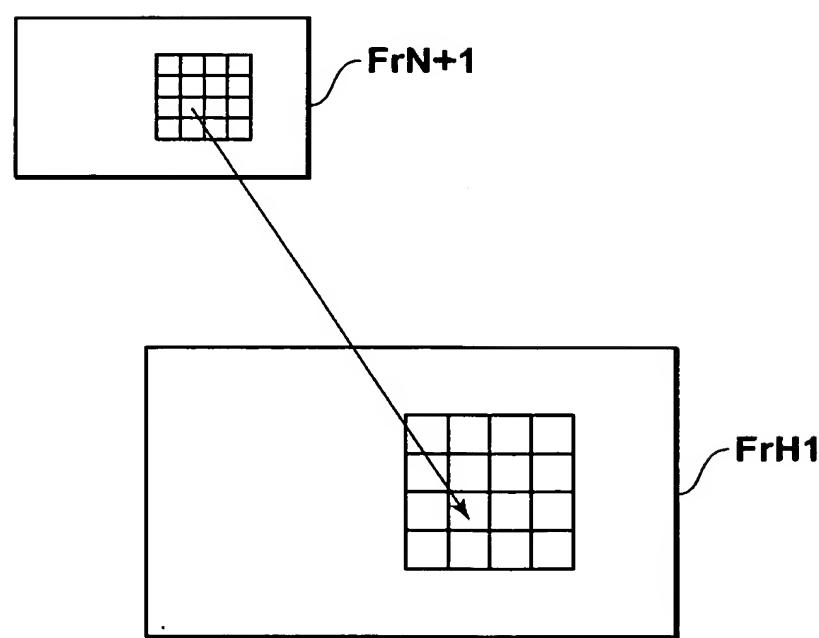


(a)

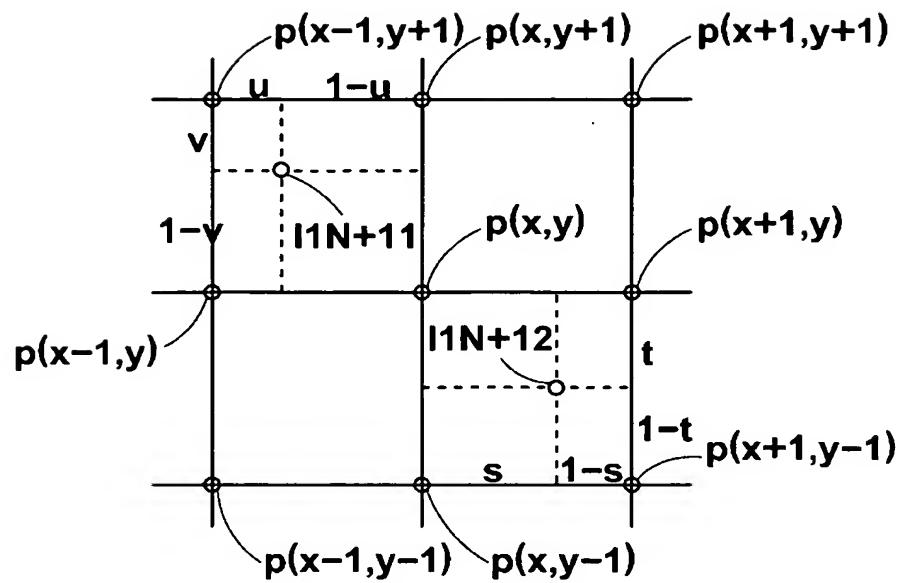


(b)

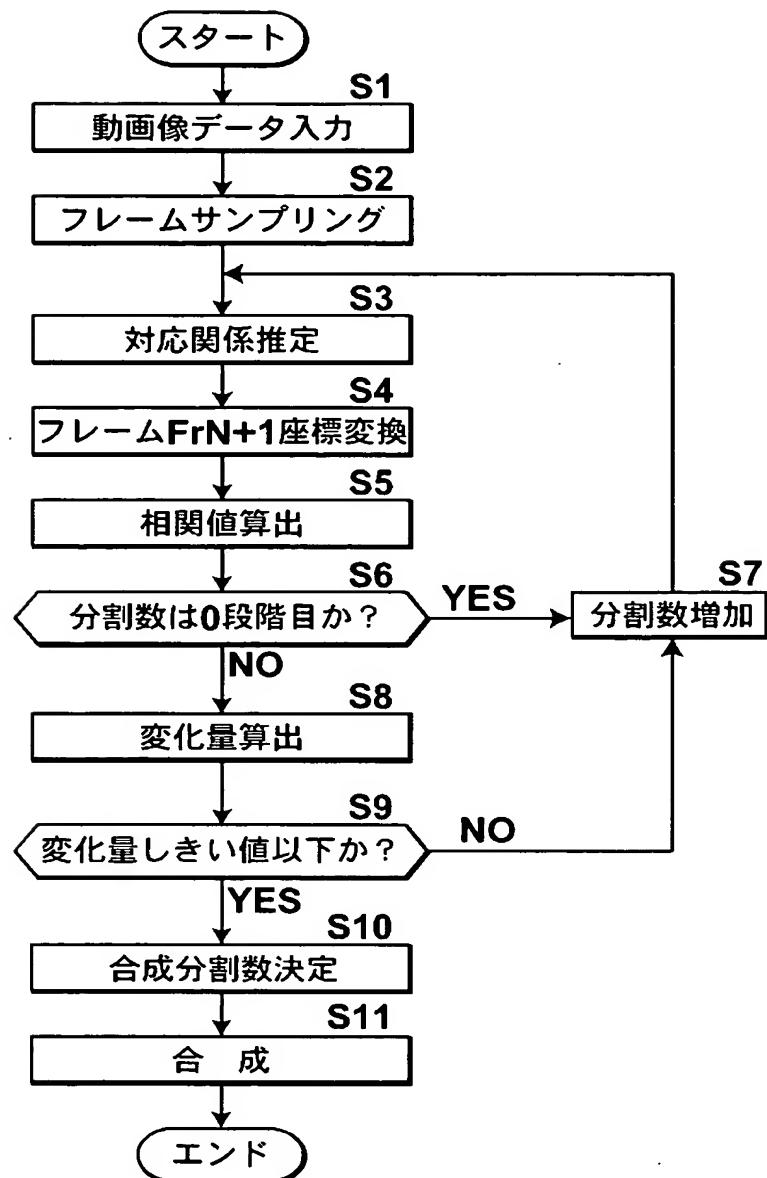
【図 7】



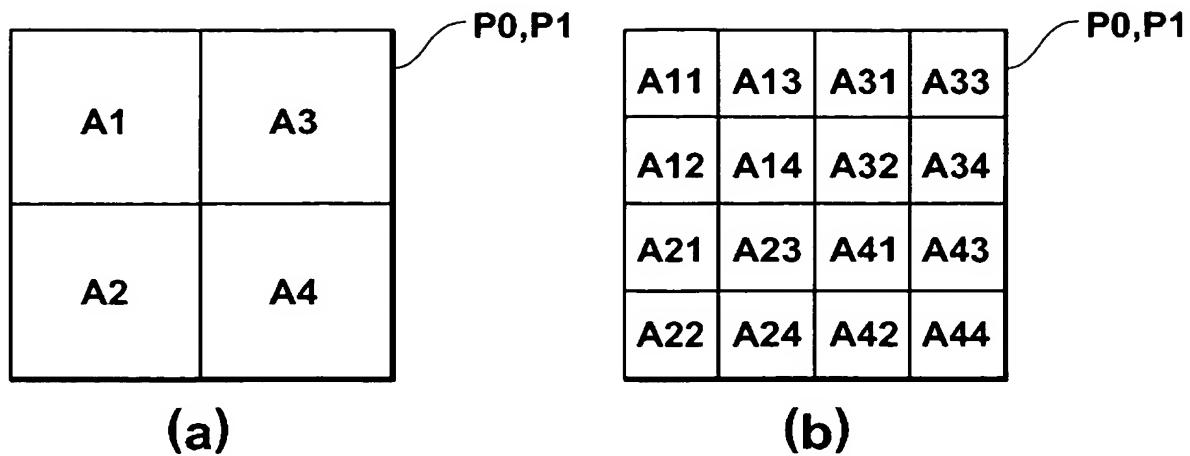
【図8】



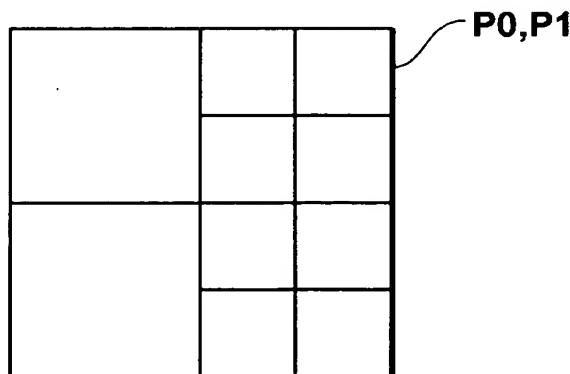
【図 9】



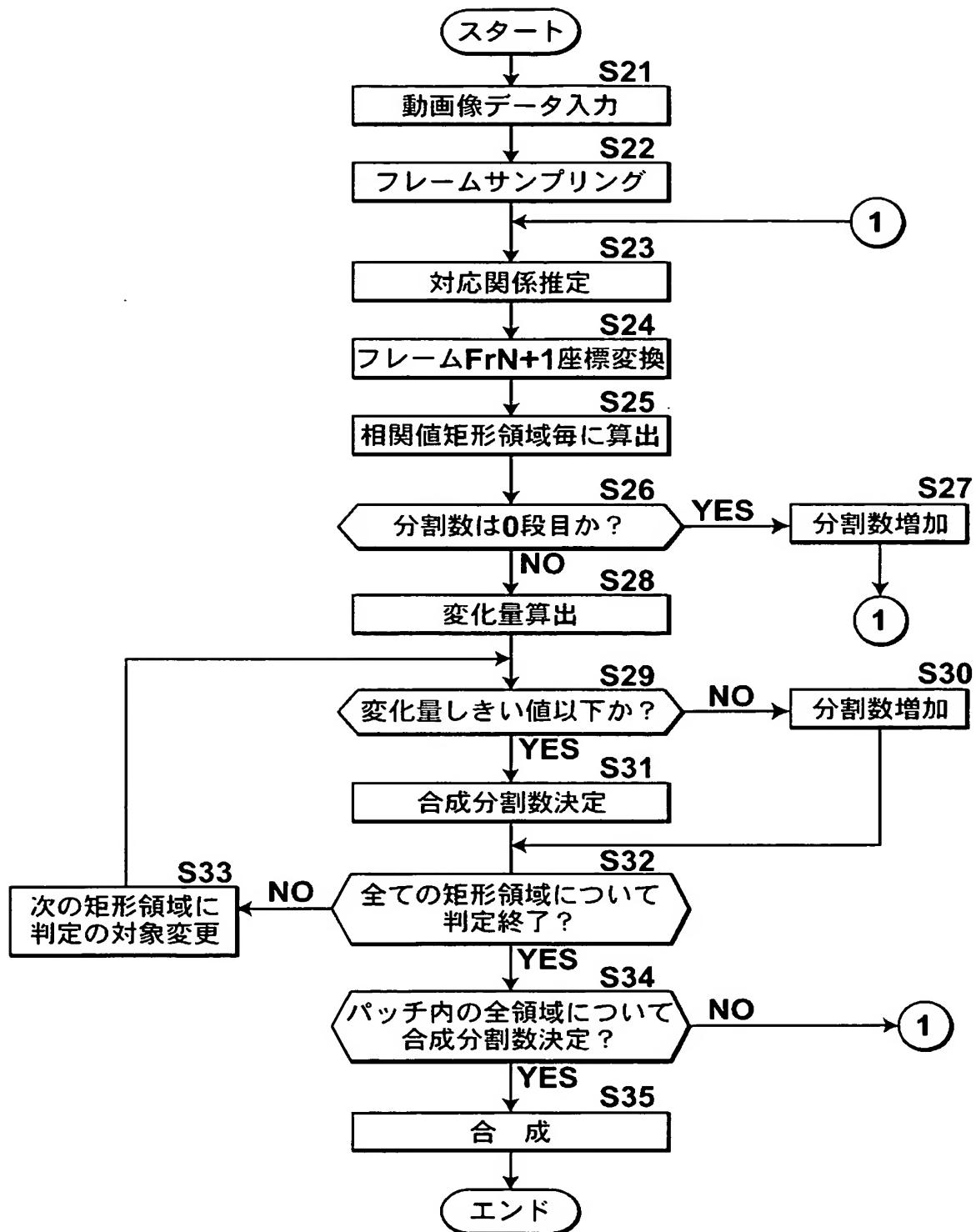
【図 10】



【図 11】



【図12】

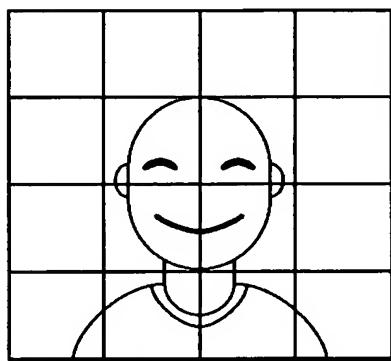


【図13】

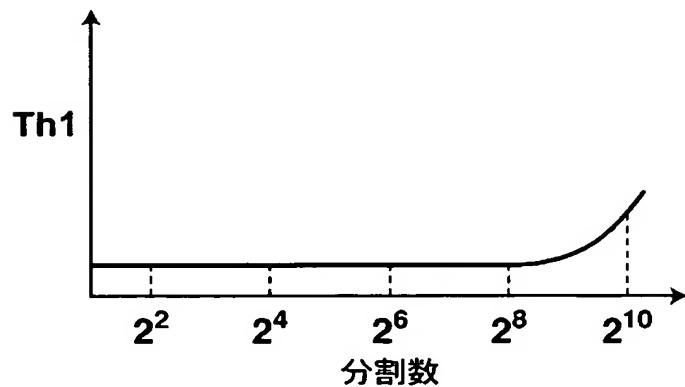
A11	A13	A31	A33
A12	A14	A32	A34
A21	A23	A41	A43
A22	A24	A42	A44

P0,P1

【図14】



【図15】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 動画像データからサンプリングされた複数のフレームから1の高解像度フレームを得るに際し、フレームに含まれる被写体の動きに拘わらず画質の劣化を抑えた高解像度フレームを得る。

【解決手段】 複数のフレーム $F_r N$, $F_r N + 1$ に1以上の矩形領域に分割されたパッチを配置し、パッチを移動および／または変形させて各フレームの対応関係を推定し、推定された対応関係に基づいてフレーム $F_r N + 1$ を座標変換し、これとフレーム $F_r N$ との相関値を算出する。パッチの分割数を1段階贈りして同様に相関値を算出する。2つの相関値の変化量を算出してこれをしきい値と比較し、変化量がしきい値以下となるまで分割数を増加して同様に変化量を算出する。しきい値以下となった変化量を算出した2つの相関値の分割数のうち、小さい方の分割数により推定された対応関係に基づいて、フレーム $F_r N$, $F_r N + 1$ から合成フレーム $F_r G$ を作成する。

【選択図】

図 1

特願2003-407320

出願人履歴情報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日 1990年 8月14日

[変更理由] 新規登録

住所 神奈川県南足柄市中沼210番地
氏名 富士写真フィルム株式会社